This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

SCHATTENPROBE

DIE BESTIMMUNG

DES

BRECHZUSTANDES EINES AUGES

DURCH

SCHATTENPROBE

(SKIASKOPIE)

VON

DR. A. EUGEN FICK,

PRIVATDOZENT FÜR AUGENHEILKUNDE IN ZÜRICH.

MIT DREI TAFELN.

HARVARD MEDICAL LIBRARY
IN THE
FRANCIS A. COUNTWAY
LIBRARY OF MEDICINE

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1891.

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz, Würzburg.

SEINEM OHEIM UND LEHRER

ADOLF FICK,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE IN WÜRZBURG,

WIDMET DIES BÜCHLEIN

ALS ZEICHEN SEINER LIEBE, VEREHRUNG UND DANKBARKEIT

DER VERFASSER.

Vorwort.

In dem verflossenen Jahrzehnt hat sich in Frankreich ein neues Verfahren herausgebildet, den Brechzustand eines Auges auf objektivem Wege zu bestimmen. Dieses Verfahren, die Schattenprobe, hat in Frankreich, in England und in Nordamerika zahlreiche Anhänger gefunden. In Ländern deutscher Zunge dagegen ist sie wie es scheint noch wenig verbreitet. Der Grund hiervon dürfte in den Schwierigkeiten zu suchen sein, die sich einstweilen noch dem Selbstunterrichte in der Schattenprobe entgegenstellen.

Zur Belehrung über das Wesen der Schattenprobe ist man bis jetzt auf die Lehrbücher der Augenheilkunde angewiesen. In den älteren Lehrbüchern wird man überhaupt nichts finden. In den neuesten wird das Verfahren zwar besprochen, aber wie z. B. in dem vortrefflichen Lehrbuche von Fuchs so kurz, dass es unmöglich ist, sich darnach das Verfahren anzueignen. Und selbst wenn, wie z. B. von Michel, Schmidt-Rimpler u. a., die Sache etwas eingehender behandelt wird, so genügt das immer noch nicht für eine gründliche Belehrung über einen so ganz neuen Gegenstand.

Es bleibt also nichts übrig, als die in Fachschriften zerstreuten Abhandlungen über Schattenprobe zu Hülfe zu nehmen.

Allein deren giebt es in der deutschen Fachpresse nur wenige und diese wenigen entbehren zum Theile obendrein noch der Zeichnungen, eines Hülfsmittels, das selbst bei vollendetster Darstellung eines Gegenstandes aus der Dioptrik nicht überflüssig ist.

Geht man endlich auf die Quelle selbst, auf die Urschriften der französischen Augenärzte zurück, so sieht man sich einer stattlichen Anzahl von Abhandlungen mit Zeichnungen und nur allzu zahlreichen mathematischen Formeln gegenüber. Aber das Lesen derselben ist saure Arbeit. Denn die Ansichten der Gelehrten widersprechen sich, Ueberflüssiges ist eingewoben, Nothwendiges nicht oder nicht genügend berücksichtigt. Kurz, selbst in der französischen Sprache ist bis jetzt noch keine für sich allein käufliche Darstellung der Schattenprobe erschienen, die ausführlich, anschaulich und gleichzeitig frei von allen überflüssigen Formeln und nebensächlichen Auseinandersetzungen wäre.

In der Hoffnung, diese Lücke auszufüllen und zur Verbreitung des neuen Verfahrens beizutragen, übergebe ich diese Abhandlung dem Drucke.

Zürich, im August 1891.

Verzeichniss des Inhaltes.

	Seite
A. Einleitung	1—5
B. Die Theorie	6—33
I. Das Wesentliche der Schattenprobe	6—19
II. Form des Schattens	19—23
III Geschwindigkeit der Schattenbewegung	24—25
IV. Einfluss des Spiegels	25—28
V. Die Theorie für den Fall des regelmässigen Astigmatismus	28—33
C. Die Anwendung	34—57
I. Die Geräthe	34—38
II. Die Ausführung	38—42
III. Ergebnisse	42—57
D. Schluss	58—64

A. Einleitung.

Wenn man sich einem Menschen in einiger Entfernung gegenüber setzt und ihm mit Hülfe eines Augenspiegels Licht in ein Auge wirft, so sieht man das Sehloch dieses Auges roth aufleuchten. Macht man jetzt mit dem Spiegel kleine Drehungen, so erscheint im Allgemeinen bei einer bestimmten Spiegelstellung nicht mehr das ganze Sehloch roth, sondern ein Theil desselben schwarz, d. h. beschattet.

Welcher Theil des Sehloches schwarz und welcher roth, d. h. leuchtend erscheint, darauf haben — von der Richtung der Spiegeldrehungen abgesehen — drei Umstände Einfluss, nämlich:

1. Die Art des verwendeten Spiegels, ob Plan-, ob Hohlspiegel;
2. der Brechzustand des untersuchten Auges;
3. der Abstand des Beobachters vom Untersuchten.

Wenn der erste und dritte Umstand unverändert bleiben, d. h. wenn man mit dem gleichen Spiegel aus der nämlichen Entfernung das Auge des Untersuchten beleuchtet und Spiegeldrehungen um eine bestimmte, z. B. um eine wagrechte Achse ausführt, so hängt die Schattenerscheinung bloss noch von dem Brechzustande des untersuchten Auges ab, und man kann also möglicherweise aus dem Orte und der Bewegung des Schattens auf die Art, ja wohl selbst auf den Grad des Brechzustandes

schliessen. Die hier in den allgemeinsten Umrissen gezeichnete Gruppe von Thatsachen stellt die „Schattenprobe“ vor.

Der Name ist verhätnissmässig neuen Ursprunges. Cuignet, der Erfinder der Schattenprobe, hatte sein Verfahren „Keratoskopie“ genannt. Dieser Name begegnete allseitigem Widerspruche, da er ja das Wesen der Sache gar nicht traf. Es tauchten daher neue Namen auf, die mehr oder weniger deutlich den Ansichten des betreffenden Vorschlagenden über das Wesentliche der Schattenprobe Ausdruck geben. So schlugen Poncet und Parent Retinoskopie vor;

Landolt : Pupilloskopie;
Galezowski : Dioptroskopie;
Chibret : Fantoskopie, später Skiaskopie;
Monoyer : Skotoskopie;
Zieminski : Retinoskiaskopie;
Schweigger : Beleuchtungsprobe.
Saad Sameh : Photoptoskopie.

Wie mir scheint, hat Skiaskopie am meisten Aussicht, der herrschende Name zu werden (Chouet, Grandclément, Pflüger, Michel u. andere). Ich werde mich daher dieses Namens und zwar in seiner Verdeutschung Schattenprobe (Pflüger) bedienen. Freilich muss man zugeben, dass der von Schweigger vorgeschlagene Name „Beleuchtungsprobe“ das Wesen der Sache eigentlich noch besser trifft, als Schattenprobe. Denn wenn man die Schattenprobe ausführt, pflegt man unwillkürlich mehr auf die Verschiebungen des Lichtes als des Schattens im Sehloche des Untersuchten zu achten. Indessen ist „Beleuchtungsprobe“ ein schwerfälligeres Wort wie „Schattenprobe“ und hat vor allem den Umstand gegen sich, dass es gerade so gut auf das Augenspiegeln passt, als auf die neue Untersuchungsart.

Wenn man Jemanden überreden will, ein neues Untersuchungsverfahren zu erlernen, muss man wohl zu allererst den

Nachweis führen, dass das neue Verfahren vor dem alten gewisse Vorzüge hat. Nun ist aber ein Abwägen der Vorzüge verschiedener Untersuchungsarten erst dann möglich, wenn man die Gegenstände des Vergleiches bereits kennt. Ich will daher in dieser Einleitung nur kurz wiedergeben, was andere zu Lob und Preiss der Schattenprobe gesagt haben, und mein eigenes Urtheil auf den Schluss dieser Abhandlung versparen.

Bekanntlich hat der Augenarzt zwei Wege zur Verfügung, den Brechzustand eines Auges zu bestimmen, einen subjectiven und einen objectiven. Der subjective Weg besteht in dem Aufsuchen der ausgleichenden Brille. Damit aber dieser letztere Weg brauchbar sei, muss der Kranke ein gewisses Maass von Bildung, gutem Willen und Sehschärfe besitzen, Voraussetzungen, die z. B. von Kindern und von Verstellern nicht erfüllt werden. Man braucht daher noch ein objectives Verfahren, das den Arzt von den Aussagen des Kranken unabhängig macht. Dieses objective Verfahren ist die Betrachtung des Augenhintergrundes mit dem Augenspiegel und zwar im aufrechten Bilde[1]). Seine Ergebnisse sind natürlich nicht so genau als die einer wohlgelungenen subjectiven Untersuchung, immerhin völlig genau genug in der Mehrzahl aller Fälle. Aber auch nur in der Mehrzahl! Es giebt eine Minderzahl von Fällen, bei denen eine selbst nur annähernde Bestimmung des Brechzustandes auf diesem Wege unmöglich ist. Dahin gehören z. B. alle Fälle sehr grosser Brechfehler. Das Verfahren beruht ja darauf, dass der emmetropische accommodationslose Beobachter den Augenhintergrund des Kranken durch eine Linse betrachtet, deren Brennpunkt mit dem Fernpunkte des untersuchten Auges zusammen-

---

[1]) Die Refraktionsbestimmung im umgekehrten Bilde scheint sich nicht eingebürgert zu haben.

fällt; streng genommen ist diese Linse nur dann die „ausgleichende“ und als solche ein Maass für den vorhandenen Brechfehler, wenn sie sich am gleichen Orte befindet wie das untersuchte Auge selbst. Das ist aber natürlich nie der Fall. Thatsächlich steht sie stets mehrere Centimeter vor dem untersuchten Auge. Dieser Abstand erzeugt nun keinen merklichen Fehler, falls der Fernpunkt des untersuchten Auges ziemlich weit, z. B. 50 cm. vor oder hinter demselben liegt, einen grossen Fehler dagegen, wenn der Fernpunkt sich sehr nahe beim untersuchten Auge befindet. Es müsste also in dem letzteren Falle der Abstand der ausgleichenden Linse vom Hauptpunkte des untersuchten Auges gemessen und in Rechnung gestellt werden, was offenbar ein ziemlich umständliches und schwieriges Verfahren ist. Zweitens ist es wegen Nystagmus oder sonstiger Unruhe des Kranken auch dem geübten Augenarzte zuweilen unmöglich, den Augenhintergrund deutlich zu sehen. Oder drittens, es ist wegen Trübungen im Glaskörper oder anderen Theilen des dioptrischen Apparates unmöglich, den Hintergrund scharf zu sehen, also unmöglich, dasjenige Zeichen wahrzunehmen, an dem man gerade erkennen will, ob eine bestimmte Einstellung erzielt ist. Endlich giebt es Fälle, bei denen die nöthige Annäherung an den Kranken zwar möglich, aber für den Arzt sehr unangenehm ist, z. B. wegen Ozäna, Schmutz oder Schweiss. Kurz, es fehlt nicht an Gelegenheiten, bei denen dem Augenarzte ein von jenen Mängeln freies Verfahren der objektiven Refraktionsbestimmung hochwillkommen sein muss.

In noch verstärktem Maasse ist dies Bedürfniss bei den Heeresärzten vorhanden, einmal weil sie es häufig mit Verstellern zu thun haben, also auf eine objektive Untersuchung allein angewiesen sind, andererseits weil nur die wenigsten Heeresärzte die nöthige Uebung im Augenspiegeln besitzen dürften, um in wenigen Minuten eine Refraktionsbestimmung

erledigen zu können. Man darf also sagen, dass die Schattenprobe in der That eine Lücke in den augenärztlichen Untersuchungsverfahren ausfüllt, natürlich vorausgesetzt, dass sie wirklich in den angeführten Fällen nicht versagt, dass sie hinlänglich genaue Ergebnisse liefert, dass sie leicht zu erlernen und schnell zu handhaben ist. Nur bezüglich der leichten Erlernung sei hier eine kurze Bemerkung dem praktischen Theile dieser Abhandlung vorweg genommen.

Der Anfänger im Augenspiegeln accommodirt bei der Untersuchung im umgekehrten Bilde gewöhnlich für das Auge des Kranken, statt für das **vor** dem Auge gelegene Bild des Augenhintergrundes; und bei der Untersuchung im aufrechten Bilde accommodirt der Anfänger meist unwillkürlich für einen möglichst nahen Punkt, also für einen Ort, der diesseits des virtuellen Bildes liegt. Erst längere Uebung und genaue Kenntniss der Lehre vom Augenspiegel befähigt uns, für einen fernen Punkt zu accommodiren, während der Gegenstand unserer Aufmerksamkeit nahe und für die Nähe zu accommodiren, während der Gegenstand fern zu sein scheint. Bei der Schattenprobe fällt diese Schwierigkeit fort. Der Beobachter accommodirt ein für allemal für denselben Ort, für das Sehloch des Untersuchten. Und selbst wenn der Beobachter für einen näheren oder ferneren Punkt eingestellt sein sollte, so macht ihm dies die richtige Auffassung der Schattenerscheinung noch keineswegs unmöglich; denn bei der Schattenprobe kommt es nicht wie beim Augenspiegeln darauf an, ein Gefäss, einen Fleck oder etwas Derartiges *scharf* zu sehen, sondern lediglich auf das Erkennen der Richtung, in welcher sich ein an sich vielleicht schon ziemlich verwaschener Schatten *fortbewegt*.

Diese wenigen Bemerkungen werden genügen, um dem Leser ungefähr eine Vorstellung von dem zu geben, was die Schattenprobe und somit die auf den folgenden Blättern zu lösende Aufgabe ist.

B. Die Theorie.

I. Das Wesentliche der Schattenprobe.

Einen klaren Einblick in das Wesen der Schattenprobe erhält man wohl am sichersten dadurch, dass man den Gang der Lichtstrahlen verfolgt, die von einem beleuchteten Punkte des untersuchten Augenhintergrundes nach aussen dringen. Selbstverständlich hängt der Weg, den diese Lichtstrahlen nehmen, von dem Brechzustande des betreffenden Auges ab. Nehmen wir zunächst an, wir hätten es mit einem kurzsichtigen Auge zu thun und zwar mit einem, das gleich stark kurzsichtig in allen Längenkreisen, also nicht astigmatisch ist. Ein Punkt b dieses untersuchten Auges (Zeichnung No. I, Un.)[1]) sei leuchtend. Dann werden die von b ausgehenden, schwarz gezeichneten Lichtstrahlen, soweit sie durch die Pupille des Untersuchten nach aussen gelangen, sich zu einem Bildpunkte in b′, dem Einstellungspunkte des Untersuchten vereinigen. Wenn der Untersuchte seine Accommodation ruhen lässt, ist dieser Einstellungspunkt gleichbedeutend mit seinem Fernpunkte. In einer gewissen Entfernung jenseits dieses Fernpunktes befinde sich das

---

1) Die Zeichnungen I, II und III sind unbefestigt in einer Tasche des Einbandes untergebracht, um dem Leser die Benutzung derselben bei verschiedenen Stellen der Abhandlung bequem zu machen.

Auge (Be.) des Beobachters. Das Sehloch dieses letzteren ist kleiner gezeichnet als beim Untersuchten, was ja der Wirklichkeit durchaus entspricht; denn selbst wenn der Beobachter einmal ein weites Sehloch haben sollte, so können wegen des engen Loches im Augenspiegel durch das er blickt, doch nur Strahlenbündel von kleinem Querschnitte in sein Auge eintreten. Da der Beobachter das Sehloch des Untersuchten betrachtet und also für die Pupillenebene p P von Un. dioptrisch eingestellt ist, so muss der Bildpunkt von b′ hinter der Netzhaut des Beobachters, etwa in b″ liegen. Auf der Netzhaut entsteht also ein Zerstreuungskreis, dessen Durchmesser mit dem Abstande zwischen b″ und P′ p′ einerseits, und mit der Pupillenweite des Beobachters andererseits zunimmt.

Wir kommen nun zu dem eigentlich springenden Punkte, nämlich zu der Frage, was der Beobachter in dem Sehloche des Untersuchten vor sich gehen sieht, wenn der helle Punkt b im Augenhintergrunde des Untersuchten wandert.

Für die konstruktive Behandlung dieser Frage muss man vor Allem festhalten, dass der Beobachter die Pupille des Untersuchten p P fixirt, dass also diese sich auf der Netzhaut des Beobachters scharf, umgekehrt und verkleinert, in P′ p′ abbildet. Die Grösse und Lage von P′ p′ findet man durch Verbindung der Pupillenpunkte p und P von Un. mit dem Knotenpunkte (K_b) von Be. und Verlängerung dieser beiden Linien bis zum Durchschnitte mit der Netzhaut des Beobachters. Zur Vereinfachung der Zeichnung sind diese beiden Linien weggelassen worden; das von ihnen begrenzte Netzhautstück ist durch eine Lücke im Kreise Be. kenntlich gemacht. Alle aus dem Auge des Untersuchten austretenden Lichtstrahlen werden entweder innerhalb jener Kreisfläche P′ p′ die Netzhaut des Beobachters treffen oder aber von der Regenbogenhaut des letzteren aufgefangen und also überhaupt nicht in

Betracht kommen. Ferner ist als wesentliche Erleichterung der Konstruktion zu beachten, dass alle vom Punkte p ausgehenden Strahlen in p′ und alle vom Punkte P herkommenden in P′ zusammentreffen müssen, sofern sie überhaupt in das Sehloch von Be. eintreten.

Nach diesen Vorbemerkungen gestaltet sich nun die Konstruktion folgendermassen. Angenommen, der helle Punkt b in Un. wandert nach oben, etwa in die Lage a; dann geht der *Luftbildpunkt* von b′ abwärts nach a′. Die von a′ auseinanderfahrenden Lichtstrahlen bilden ein Strahlenbündel, das z. Th. unterhalb der Pupille des Beobachters auf die Iris trifft bezw. überhaupt am Auge vorbeigeht, und z. Th. in die Pupille desselben, aber ohne sie zu füllen. Der Strahl Pa′ wird im Auge des Beobachters durch P′ gehen und sich in a″ mit den übrigen in das Sehloch des Beobachters eingedrungenen rothen Strahlen vereinigen [1]).

Es entsteht also am oberen Rande des dunkelen Pupillenbildes P′ p′ ein heller Fleck. Durch das unterhalb Be. abgebildete Feldchen P′ p′ : a″ ist dargestellt, wie sich der Augenhintergrund des Beobachters in diesem Augenblicke von

---

1) Dem Kundigen wird nicht entgehen, dass ich im Interesse einer leichteren Darstellung mir einige kleine Ungenauigkeiten gestattet habe. Die eine besteht darin, dass ich immer von dem Sehloche des Untersuchten spreche, wo streng genommen von dem virtuellen aufrechten, durch die Hornhaut des Untersuchten erzeugten Bilde des Sehloches geredet werden müsste. Ferner ist es nicht ganz streng richtig, wenn ich den Strahl P a′ bis zum Durchschnitt mit der Pupillenebene des Beobachters verlängere und diesen Durchschnittspunkt als einen Punkt des Strahles P′ a″ bei der Zeichnung verwende. Streng genommen müsste ich so verfahren: den Strahl P a′ bis zum Durchschnitte mit der vorderen Hauptebene des Beobachters verlängern, durch diesen Durchschnittspunkt eine Parallele zur Achse ziehen; wo diese Parallele die zweite Hauptebene trifft, ist der eine Punkt des Strahles P′ a″, während P′ als anderer Punkt den Strahl P′ a″ bestimmt. Endlich sei noch erwähnt, dass selbstverständlich die Strahlen nicht wirklich bis nach a″ b″ und c″ gelangen, was durch Strichelung aller hinter der Netzhaut des Beobachters gelegenen Linien auch angedeutet ist.

vorne, von der Fläche gesehen ausnehmen würde: ein schwarzes kreisrundes Feld, an dessen oberem Rande ein vom rothen Strahlenbündel herrührendes und daher roth gemaltes Lichtfleckchen zu sehen ist.

Während P′ p′ : a″ darstellt, wie es im Auge des Beobachters aussieht, wenn der helle Punkt b in Un. nach a gewandert ist, zeigt nun p P : a‴ das Sehloch des Untersuchten, so wie es dem Beobachter in diesem Augenblicke erscheint. Es sei noch einmal ausdrücklich gesagt, dass die obere Hälfte der Zeichnung, Be. und Un. Profilzeichnung, die darunter abgebildeten 6 Kreise Flächenansichten, also zu der Ebene der Profilzeichnung senkrecht zu denken sind.

Nehmen wir zweitens an, der helle Punkt a in Un. sei nach abwärts, etwa nach c gewandert, so rückt der *Bildpunkt* a′ aufwärts nach c′; die von c′ auseinanderfahrenden Strahlen erzeugen auf der Netzhaut unten bei p′ einen hellen Fleck; derselbe liegt auf dunkelem Grunde so, wie in P′ p′ : c″ angegeben ist, und das Sehloch des Untersuchten erscheint wie bei p P : c‴.

Kehrt endlich der leuchtende Punkt in Un. wieder nach b zurück, so wandert der in P′ p′ : c″ grün gezeichnete helle Fleck in die Mitte der dunkelen Scheibe, wie P′ p′ : b″ darstellt, und die Pupille des Untersuchten erscheint dem Beobachter wie bei p P : b‴. Das Ergebniss dieser ersten Betrachtung lautet also: ein Beobachter, der sich jenseits des Einstellungspunktes des Untersuchten befindet und das Sehloch dieses letzteren ansieht, wird in dem dunkelen Sehloche ein helles Scheibchen abwärts wandern sehen, wenn ein *Lichtpunkt* auf dem Augenhintergrunde des Untersuchten den entgegengesetzten Weg beschreibt, nämlich aufwärts geht.

Wir fassen jetzt zweitens den Fall ins Auge, dass der Beobachter sich zwischen dem Untersuchten und dem Einstellungspunkte dieses letzteren befindet. Der Fall wird durch die Zeich-

nung No. II veranschaulicht. Ihre Buchstaben haben die gleiche Bedeutung wie in der ersten. Da der Abstand zwischen Be. und Un. etwas kleiner ist als in der ersten Zeichnung, so ist P′ p′ im Verhältnisse zu p P etwas grösser als in No. I; das Sehloch des Untersuchten erscheint eben dem Beobachter unter einem um so grösseren Gesichtswinkel, je näher der Beobachter jenem Sehloche rückt.

Der von b ausgehende Strahlenkegel hat seinen *Bildpunkt* in b′. Da der Strahlenkegel p b′ P vollständig in das Sehloch des Be. eintreten kann, so ist der Ort, wo b″ zu Stande kommen muss, ohne weiteres bestimmt. Denn der Strahl p b′ muss wie oben erwähnt nach p′, der Strahl P b′ nach P′ gebrochen werden; wo sich die beiden gebrochenen Strahlen schneiden, liegt b″. Demgemäss ist das ganze Netzhautstück P′ p′ vollständig beleuchtet (wie P′ p′ : b″ angiebt) und das Sehloch des Untersuchten erscheint vollständig hell (p P : b‴).

Beiläufig bemerkt, übersieht man aus dem vorstehend Auseinandergesetzten, dass ganz allgemein folgende Regel gilt: das Sehloch des Untersuchten muss immer vollständig hell erscheinen, wenn ein aus ihm austretendes Strahlenbündel vollständig in das Sehloch des Beobachters eintritt, ganz gleichgültig, ob der Durchschnittspunkt dieses Strahlenbündels vor, hinter oder in der Pupillenebene des Beobachters liegt.

Jetzt wandere der helle Punkt in Un. nach a; dann rückt der *Bildpunkt* b′ nach a′. Der Strahlenkegel p a′ P wird also jetzt zum grössten Theile von der Regenbogenhaut des Beobachters abgefangen. Nur ein schmales Bündel trifft in das Sehloch. Da der Strahl p a′ die Netzhaut von Be. in p′ treffen, und da der wirkliche Bildpunkt a″ ebenso weit vor der Netzhaut liegen muss wie b″, so ergiebt die Aufrisszeichnung bei p′ ein kleines beleuchtetes Streifchen auf dem übrigens dunkelen Felde P′ p′, wie es bei P′ p′ : a″ dargestellt ist. Der

Beobachter sieht also das Sehloch des Untersuchten wie bei p P : a‴.

Wandert der helle Punkt aus b nach c, dann erhalten wir den gedachten *Bildpunkt* c′, den wirklichen c″; dieser letztere erzeugt auf der Kreisfläche P′ p′ ein beleuchtetes Feld P′ p′ : c″ und demgemäss erscheint dem Beobachter das Sehloch des Untersuchten wie p P : c‴. Das Ergebniss dieser zweiten Betrachtung lautet also: wenn der Beobachter zwischen dem Einstellungspunkt des Untersuchten und diesem selbst steht, so sieht er ein helles Scheibchen in dem Sehloche des Untersuchten aufwärts wandern, wenn ein *Lichtpunkt* auf dem Hintergrunde aufwärts geht.

Nehmen wir drittens den Fall, dass der Einstellungspunkt des Untersuchten mit dem Sehloche des Beobachters zusammenfällt, wie in der dritten Zeichnung dargestellt ist. Dann fällt nicht nur der schwarz gezeichnete Strahlenkegel p b′ P, sondern auch der rothe p a′ P und der grüne p c′ P gänzlich in das Sehloch des Beobachters. Es wird also in allen drei Fällen das Feldchen P′ p′ vollständig und zwar nur das Feldchen P′ p′ beleuchtet sein. Erst wenn c noch ein wenig weiter abwärts, bezw. a noch ein wenig weiter aufwärts rückt, wird der *Luftbildpunkt* c′ bezw. a′ auf die Regenbogenhaut des Beobachters fallen und somit plötzlich sämmtliches Licht von dem Feldchen P′ p′ abgeblendet werden. Es heisst dies mit anderen Worten: wenn der Einstellungspunkt des Untersuchten und das Sehloch des Beobachters zusammenfallen, so erscheint das Sehloch des ersteren entweder in ganzer Ausdehnung hell oder aber in ganzer Ausdehnung dunkel, je nachdem der *Lichtpunkt* seinen *Bildpunkt* inner- oder ausserhalb des Sehloches von Be. entwirft. Befindet sich dagegen der Beobachter zwischen dem Einstellungspunkte und dem Untersuchten, so sieht er in dem Sehloche von Un. ein Lichtfeld im gleichen Sinne wandern, wie der helle Punkt auf

dem Augenhintergrunde von Un. sich wirklich verschiebt. Endlich, befindet sich der Beobachter jenseits des Einstellungspunktes, so sieht er in dem Sehloche des Untersuchten ein helles Feldchen entgegengesetzte Bewegungen machen, wie sie der helle Punkt auf dem Augenhintergrunde wirklich ausführt.

Damit ist das Wesen der Refraktionsbestimmung durch Schattenprobe ersichtlich und die Feststellung der Regel für die Handhabung zu einer leichten Aufgabe gemacht. Die Regel lautet offenbar folgendermassen: man lasse einen leuchtenden Punkt im Augenhintergrunde des untersuchten Auges von oben nach unten wandern; sieht man jetzt ein Lichtfeldchen in dem Sehloche umgekehrt wandern wie jener leuchtende Punkt, so befindet man sich jenseits des Einstellungspunktes eines kurzsichtigen Auges; man nähere sich nun langsam demselben, bis nur noch vollständige Erleuchtung mit vollständiger Beschattung des untersuchten Sehloches bei Verschiebungen des Lichtpunktes abwechselt. Jetzt misst man den Abstand des eigenen Auges von dem Untersuchten und hat damit, Accommodationsruhe beim Untersuchten vorausgesetzt, den Fernpunktsabstand des Untersuchten gemessen, woraus die Kurzsichtigkeit in Dioptrien ausgedrückt unmittelbar berechnet werden kann.

Zeigt es sich dagegen, dass das helle Feldchen in dem Sehloche des Untersuchten gleichsinnige Bewegungen macht wie der helle Punkt im Hintergrunde, so liegt der Einstellungspunkt des Untersuchten hinter dem Beobachter. Dieser muss nun den Einstellungspunkt zu erreichen suchen, entweder durch Abrücken vom Untersuchten, oder falls dies nicht ausreicht, durch Vorsetzen einer Sammellinse vor das Auge des Untersuchten; diese Sammellinse ist dann hernach bei der Berechnung der Kurzsichtigkeit in Abzug zu bringen. Wenn z. B. eine Sammellinse von 5 Dioptrien eingeschaltet und hierauf eine

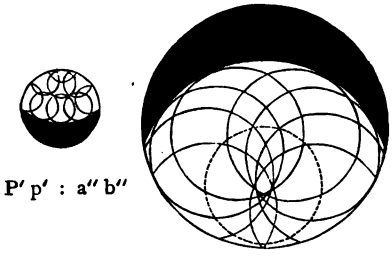
Fernpunktslage von 50 cm, also eine Kurzsichtigkeit von $\frac{100}{50} = 2$ Dioptrien gefunden war, so hat der Untersuchte 2 D.—5 D. = —3 D. Kurzsichtigkeit, d. h. 3 D. Uebersichtigkeit.

Das hier beschriebene Verfahren lässt sich nun bei einem künstlichen Auge wirklich mit Erfolg anwenden. Ein solches kann man sich mit Hülfe eines Mikroskopokulares leicht herstellen. Man schraubt die oberste Linse ab und setzt an ihre Stelle ein Stückchen Blech, in das man mit Hülfe einer feinsten Nähnadel ein winziges Löchlein gestochen hat. Hinter diesem Löchlein steht ein gleichmässig heller Hintergrund. Befindet sich das Blech, das die Netzhaut vorstellt, ausserhalb der Brennweite der anderen Linse des Okulares, der sogenannten Sammellinse, so haben wir ein künstliches kurzsichtiges Auge vor uns. Wenn man jetzt das eigene Auge jenem künstlichen gegenüber bringt und kleine senkrechte Verschiebungen des Bleches ausführt, während man sich dem künstlichen Auge bald nähert, bald entfernt, so wird man unter günstigen Abmessungen bis auf einen Centimeter genau den Fernpunkt des kurzsichtigen künstlichen Auges feststellen können. Da man beim Verschieben jenes Bleches stets in Gefahr ist, den Abstand desselben von der Sammellinse zu ändern, so empfiehlt es sich, das Blech lieber ruhig stehen lassen und dafür den eigenen Kopf auf- und ab- bezw. nach rechts und links zu bewegen, was selbstverständlich die gleiche Wirkung hervorbringen muss, wie Verschiebung des hellen Punktes.

Es fragt sich jetzt, ob dies Verfahren in ganz der gleichen Weise beim natürlichen Auge angewandt werden kann. Wenn wir uns einem wirklichen Auge wie zum Augenspiegeln gegenüber setzen und mit dem Augenspiegel kleine Drehungen von oben nach unten vornehmen, so wird auf dem Hintergrunde des untersuchten Auges ein *Beleuchtungsfeld* in der Senkrechten wandern; dieses *Beleuchtungsfeld* wird nicht punkt-

förmig, sondern eine Fläche sein. Wir müssen also unsere Betrachtung über das Wesen der Schattenprobe noch einmal durchlaufen, und zwar mit Berücksichtigung des Umstandes, dass wir es im Hintergrunde des untersuchten Auges nicht mit einem Lichtpunkte, sondern mit einer Lichtfläche zu thun haben.

Wir können diese neue Betrachtung übrigens an die alten Zeichnungen anknüpfen. Zu dem Ende stellen wir uns vor, dass a und b (Zeichnung Nr. I, Un.) der obere und untere Endpunkt eines *Beleuchtungsfeldes* sei. Von jedem Punkte dieses *Beleuchtungsfeldes*, das wir uns kreisrund denken wollen, geht ein Strahlenbündel aus, die zusammen bei b′ a′ ein umgekehrtes vergrössertes *Luftbild* erzeugen.



Zeichnung 4.

Dieses *Luftbild* bewirkt nun wieder seinerseits in dem oberen Theile von P′ p′ ein Netzhautbild, das aus unendlich vielen solchen Feldchen zusammengesetzt ist, wie wir bei den Bildchen P′ p′ : a″ und P′ p′ : b″ verwendet haben.

Die Mittelpunkte aller randständigen Feldchen liegen auf einem Kreise, dessen Durchmesser gleich dem Abstande zwischen b″ und a″ Zeichnung Nr. I ist. Natürlich werden aber viele dieser randständigen Feldchen von dem Kreise P′ p′ geschnitten und es kommt also das Bild P′ p′ : a″ b″ (Zeichnung 4) zu Stande.

Diesem Netzhautbilde P′ p′ : a″ b″ entsprechend sieht der Beobachter das Sehloch des Untersuchten in dem Zustande von p P : a‴ b‴. Dies letzte Bildchen lässt wegen seiner ansehnlicheren Grösse die Herstellung deutlich erkennen. Der äussere Kreis mit grossem Halbmesser ist die Begrenzung des Sehloches p P. Der im Inneren gelegene gepünktelte Kreis

ist der geometrische Ort der Mittelpunkte aller randständigen Scheibchen, aus denen sich der hell erscheinende Theil des Sehloches zusammensetzt. Es bleibt demnach nur ein halbmondförmiger Schatten übrig.

Stellen wir uns jetzt vor, dass das *Beleuchtungsfeld* a b in Un. abwärts rückt, bis der Punkt b in c angekommen ist, so wird das *Luftbild* b′ a′ nach oben gehen, das Netzhautbild im Gebiete von P′ p′ nach unten wandern und demgemäss wird der Beobachter in dem Sehloche p P des Untersuchten den leuchtenden Theil nach oben rücken und den sichelförmigen Schatten verdrängen sehen. Sobald der getüpfelte Kreis in p P : a‴ b‴, Zeichnung 4, soweit nach oben gerückt ist, dass die Feldchen, deren Mittelpunkte in ihm liegen, den Rand von p P unten nicht mehr erreichen, wird unten ein sichelförmiger Schatten auftauchen und in demselben Maasse an Breite zunehmen, in dem a b (Zeichnung Nr. I, Un.) nach unten, der getüpfelte Kreis aber (Zeichnung 4, p P : a‴ b‴) nach oben rückt. Es ergiebt sich also die allgemeine Regel, wenn im kurzsichtigen Auge ein (rundes) *Beleuchtungsfeld* nach unten wandert, so sieht der jenseits des Fernpunktes befindliche Beobachter in dem Sehloche des Untersuchten ein helles Feld nach oben wandern, Schatten vor diesem verschwinden, Schatten hinter diesem auftreten, bezw. breiter werden.

Es wäre ermüdend, wollten wir in gleicher Ausführlichkeit die Fälle der Zeichnungen II und III erörtern. Es genüge daher die Bemerkung, dass der gleiche Gedankengang mit Hülfe einer entsprechenden Risszeichnung zu folgendem Ergebnisse führt: Wenn der Beobachter sich zwischen dem Untersuchten und dessen Einstellungspunkte befindet und ein (rundes) *Beleuchtungsfeld* auf dem Hintergrunde des untersuchten Auges abwärts wandern lässt, so sieht er in dem Sehloche des Untersuchten eine helle Stelle abwärts wandern und einen Schatten von oben nach unten der hellen Stelle folgen. Endlich, wenn

der Beobachter mit seinem Sehloche genau im Einstellungspunkte des Untersuchten steht, so sollte beim Abwärtswandern des *Beleuchtungsfeldes* im untersuchten Auge ganz dasselbe zu beobachten sein, wie im Falle des künstlichen Auges und des Lichtpunktes, nämlich es sollte das ganze Sehloch des Untersuchten hell erscheinen, so lange auch nur ein einziger *Lichtpunkt* seinen *Bildpunkt* (a' oder c' der Zeichnung Nr. III) in dem Sehloche des Beobachters erzeugt. Das ist nun auch wirklich der Fall. Indessen bemerkt man bei Ausführung des Versuches einen Umstand, der beim künstlichen Auge und *Lichtpunkte* nicht vorhanden war, nicht vorhanden sein konnte: eine allmähliche Abnahme der Helligkeit der Gesammtpupille! Bei langsamer Verschiebung des *Beleuchtungsfeldes* sieht nämlich das Sehloch des Untersuchten zunächst leuchtend hellroth aus, dann geht das lebhafte hellroth in ein rothgrau über und erst bei noch weiterem Wandern des *Beleuchtungsfeldes* wird das ganze Sehloch völlig schwarz. Dieser Vorgang spielt sich vollständig in der nämlichen Weise ab, gleichgültig ob man das *Beleuchtungsfeld* nach oben oder nach unten wandern lässt. Hieraus folgt ohne weiteres, dass eine Bewegungsrichtung nicht mehr zu erkennen ist.

An dem eben geschilderten Vorgange sind zwei Umstände betheiligt. Der erste und ohne Zweifel weitaus wirkungsvollste ist die Grösse desjenigen Theiles des *Beleuchtungsfeldes*, der Lichtstrahlen in das Auge des Beobachters sendet. Dass diese Grösse je nach der Lage des *Beleuchtungsfeldes* sehr verschieden ist und wie die scheinbare Helligkeit des Sehloches des Untersuchten davon abhängt, will ich an der Zeichnung Nr. III klarzumachen suchen.

Wie sich der Leser erinnert, stellt Zeichnung Nr. III den Fall dar, dass der Beobachter auf das Sehloch des Untersuchten und der Untersuchte auf das Sehloch des Beobachters dioptrisch eingestellt ist. Es sei a c in Un. der geradlinige Durchschnitt

eines kreisförmigen *Beleuchtungsfeldes*. Die von a c ausgehenden Lichtstrahlen gelangen, wie man sieht, sämmtlich in das Sehloch des Beobachters. Es wird also P′ p′ in Be. von unendlich vielen Lichtpunkten bestrahlt, die sämmtlich in der Pupillenebene von Be. liegen und in ihrer Gesammtheit das *Luftbild* c′ a′ des *Beleuchtungsfeldes* a c darstellen. Nun möge das *Beleuchtungsfeld* a c nach oben rücken, etwa in die durch $a^0 c^0$ angedeutete Lage, die so gedacht ist, dass c^0, das untere Ende des *Beleuchtungsfeldes* jetzt genau da liegt, wo bisher a gelegen hat. Alle *Lichtpunkte*, die in Un. nach oben von c^0 liegen, entwerfen ihre *Bildpunkte* unterhalb von a′, d. h. auf der Regenbogenhaut des Untersuchten, oder überhaupt unterhalb des Auges, kommen also nicht mehr in Betracht. Nur c^0 erzeugt noch seinen *Bildpunkt* innerhalb des Sehloches von Be. und es wird also P′ p′ zwar ganz, aber nur sehr schwach beleuchtet sein, da es nur von einem leuchtenden Punkte Strahlen empfängt. Stellen wir uns endlich vor, dass das *Beleuchtungsfeld* eine Lage habe, die zwischen a c und $a^0 c^0$ die Mitte hält, so wird das *Luftbild* die untere Hälfte des Sehloches von Be. decken und es wird also P′ p′ halb so hell beleuchtet sein, als bei der Lage a c des *Beleuchtungsfeldes*.

Man kann den eben geschilderten Gedankengang kürzer auch so ausdrücken: Bei der Lage a c des *Beleuchtungsfeldes* in Un. treten durch jeden Punkt von p P ebensoviele Lichtstrahlen aus, als a c *Lichtpunkte* hat und gelangen sämmtlich in das Sehloch von Be. Der Beobachter sieht also p P so, wie wenn von jedem Punkte von p P ein ganzes Strahlenbündel ausginge, was auch wirklich der Fall ist; nur gehört jeder einzelne Strahl eines solchen Bündels einem anderen *Lichtpunkte* von a c zu. Der Beobachter sieht also p P sehr hell. Befindet sich dagegen das *Beleuchtungsfeld* in der Lage $a^0 c^0$, so gelangt von all den Strahlen, die durch p P nach aussen gehen, nur dasjenige Bündel in das Sehloch des Untersuchten, das

dem *Lichtpunkte* c^0 zugehört. Der Beobachter empfängt also von jedem Punkte der Fläche p P nur je einen Strahl; demgemäss erscheint p P nur äusserst schwach leuchtend.

Der zweite Umstand, welcher dazu beiträgt, das Sehloch des Untersuchten beim Wandern des *Beleuchtungsfeldes* in verschiedenen Graden von Helligkeit erscheinen zu lassen, ist die Thatsache, dass in der Regel das *Beleuchtungsfeld* in seinen Randtheilen weniger hell ist, als in seiner Mitte. Es wurde bereits erwähnt, dass die Lichtquelle sich nur dann auf dem Hintergrunde von Un. scharf abbildet, wenn sie dem letzteren „konjugirt" steht. Da dies in der Regel nicht der Fall ist, so entsteht von jedem Punkte der Lichtquelle im Hintergrunde von Un. ein Zerstreuungskreis, dessen Durchmesser mit dem Unterschiede von konjugirter Einstellung und der Pupillenweite von Un. zunimmt. Eine runde Lichtquelle wird also ein rundes *Beleuchtungsfeld*, erzeugen, das einen gleichmässig hellen Kern und einen halbhellen Saum hat. Die Breite dieses Saumes ist gleich dem Durchmesser der Zerstreuungskreise. Die Helligkeit des Saumes nimmt von der Mitte nach dem Rande zu schnell ab, wie Monoyer berechnet, in geometrischer Progression, wenn man von der Mitte aus in arithmetischer Progression sich dem Rande nähert. Es ist also klar, dass p′ P′ (Zeichnung Nr. III) schwächer beleuchtet ist, wenn c^0 den Randpunkt eines lichtschwachen Saumes, als wenn es den Randpunkt eines scharfen Bildes der Lichtquelle vorstellt.

Es bedarf wohl keines Beweises, dass die vorstehend erklärte Helligkeitsabnahme der hellen Gesammtpupille es für den Beobachter bedeutend erschweren muss, den Augenblick zu erkennen, in welchem seine Pupillenebene mit der Einstellungsebene des Untersuchten zusammenfällt, m. a. W. dass es beim natürlichen Auge viel schwieriger ist, den Fernpunkt zu finden, als beim künstlichen. Manche Augenärzte verzich-

ten daher lieber ganz darauf, die Einstellungsebene selbst zu ermitteln und begnügen sich, festzustellen:

1. in welchem Abstande vom Untersuchten die gleichsinnige Bewegung des Lichtes, bezw. des Schattens eben aufhört, merklich zu sein; und
2. in welchem Abstande die entgegengesetzte Bewegung in dem Sehloche des Untersuchten eben anfängt, merklich zu werden.

Zwischen den beiden gefundenen Punkten muss der Einstellungspunkt des Untersuchten liegen. Wenn jene beiden Punkte nicht weit von einander abstehen, so bekommt die Refraktionsbestimmung eine völlig ausreichende Genauigkeit.

II. Form des Schattens.

In zahlreichen Abhandlungen über die Schattenprobe findet sich die Angabe, dass aus der Begrenzung des Schattens der Brechzustand des untersuchten Auges sogar bezüglich des Umfanges ungefähr abgeschätzt werden könne. Der Satz ist richtig, aber nur unter gewissen stillschweigenden Voraussetzungen, die ich im Folgenden klarlegen will.

Nehmen wir den einfachsten Fall, ein kurzsichtiges künstliches Auge Un. mit einem *Lichtpunkte* im Augenhintergrunde. Der Beobachter befinde sich jenseits des Fernpunktes des Untersuchten, wie es Zeichnung Nr. I versinnlicht. Der *Lichtpunkt* b erzeugt den *Luftbildpunkt* b′ und dieser seinerseits wieder einen Zerstreuungskreis auf P′ p′, wie in dem Feldchen P′ p′ : b″ dargestellt ist. Der unmittelbare Augenschein lehrt, dass der ringförmige Schatten in P′ p′ : b″ von der Regenbogenhaut des Beobachters herrührt. Denn wenn wir das Sehloch des Beobachters erweitert denken, so wird ein grösserer Theil des von b′ auseinanderfahrenden Strahlenkegels in das Auge Be. dringen, es wird ein grösserer Zerstreuungskreis auf P′ p′ entstehen, ja dieser Zerstreuungskreis wird sogar das ganze

Feld P′ p′ decken, falls das Sehloch von Be. weit, und das von b′ auseinanderfahrende Strahlenbündel schmal genug ist, um ganz in das Sehloch von Be. eintreten zu können.

Aus dieser einfachen Betrachtung ergiebt sich, dass unter den angegebenen Voraussetzungen die Regenbogenhaut des Be. es ist, welche den Schatten wirft, sowohl hinsichtlich der Grösse als auch der Form der Begrenzungslinie[1]). Ausserdem ist aber aus dieser Betrachtung ersichtlich geworden, dass die Regenbogenhaut des Be. nicht allein in Betracht kommt. Es spielt auch die Lage von b′ und die davon abhängige Entfernung des Punktes b″ von der Netzhaut des Be. eine Rolle. Denken wir uns z. B. das Auge Be. in der Richtung von bb′ b″ nach links verschoben, so rückt b″ näher an P′ p′ heran und wenn es auch die Ebene von P′ p′ nie erreicht (weil Be. stets für p P, nicht für b′ dioptrisch eingestellt ist), so wird doch selbst bei mässiger Verschiebung des Be. nach links hin, das b″ so nahe an P′ p′ zu liegen kommen, dass selbst bei stärkst erweitertem Sehloche von Be. nicht das ganze Feld P′ p′ von dem *Luftbildpunkte* aus bestrahlt werden kann. Wir haben dann in einem Schattenfelde P′ p′ (Zeichnung Nr. I) einen Lichtkreis b″, dessen Grösse um so geringer ist, je näher b′ dem Un. gelegen, m. a. W. je grösser die Kurzsichtigkeit des Un. ist.

Ganz ebenso liegen die Verhältnisse, wenn es sich um einen Fernpunkt des Un. jenseits des Be. handelt, wie in Zeichnung Nr. II dargestellt ist. Je weiter der gedachte *Luftbildpunkt* b′ nach links rückt und je näher er, nach Ueberschreitung des Unendlichen, an die Rückseite von Un. zu liegen kommt, desto mehr nähert sich der Punkt b″ der Netzhaut des Be. Es wird also ein Augenblick kommen, wo b″ dem P′ p′ zu nahe liegt, als dass die Grösse des Sehloches von Be. noch einen wesent-

1) Was den Pupillenschatten werfe, ist in den Fachschriften vielfach erörtert und in dem verschiedensten Sinne beantwortet worden.

lichen Einfluss auf die Grösse des Zerstreuungskreises haben könnte.

Wir sind demnach berechtigt, zu sagen: Wenn der Beobachter ein für allemal dieselbe Pupille besitzt, bezw. durch die nämliche Blende (Augenspiegel) blickt, und den gleichen, möglichst grossen Abstand vom Untersuchten innehält, so wechselt die Grösse des Lichtfeldes und damit die Grösse und Begrenzung des Schattens gemäss der Ametropie des Untersuchten; starke Kurzsichtigkeit und Uebersichtigkeit geben kleines Lichtfeld und folglich eine kreisförmige Schattengrenze von kleinem Durchmesser; schwache Kurzsichtigkeit, Uebersichtigkeit und Emmetropie geben grosses Lichtfeld, also eine kreisförmige Schattengrenze von grossem Durchmesser.

Wir hätten nunmehr die vorstehende Betrachtung auf den Fall zu übertragen, dass es sich um ein natürliches Auge und um ein nicht punktförmiges, sondern flächenhaftes *Beleuchtungsfeld* handelt. Die Form des *Beleuchtungsfeldes* hängt in erster Linie von der Form der Lichtquelle ab, in zweiter Linie von dem genauen oder weniger genauen „Konjugirtsein" der Lichtquelle und des Augenhintergrundes von Un. und endlich von der Pupillenweite des Untersuchten. Stehen zufällig Lichtquelle und Augenhintergrund des Untersuchten „konjugirt", so ist das *Beleuchtungsfeld* scharf begrenzt und der Lichtquelle geometrisch ähnlich; die Pupillenweite des Un. spielt dann keine Rolle. Steht dagegen die Lichtquelle dem Hintergrunde nicht konjugirt, so wird jeder Punkt der Lichtquelle auf dem Hintergrunde des Un. einen Zerstreuungskreis erzeugen, dessen Durchmesser mit der Abweichung von konjugirter Einstellung wächst und mit dem Engerwerden des Sehloches abnimmt. Diese Zerstreuungskreise werden die Form der Lichtquelle an dem *Beleuchtungsfelde* um so unkenntlicher machen, das *Beleuchtungsfeld* um so mehr abrunden, je grösser die Abweichung und je weiter das Sehloch des Un. ist.

Nehmen wir an, das *Beleuchtungsfeld* sei klein, scharf begrenzt und von der Form einer Lampenflamme, die deutliche Zacken hat, also selbst in einem unscharfen Bilde leicht zu erkennen ist; nehmen wir ferner an, der Untersuchte sei stark kurz- oder übersichtig, der Beobachter ziemlich weit, jedenfalls über 0,5 m entfernt, und blicke durch eine ziemlich enge Blende (Augenspiegel). Unter diesen Voraussetzungen wird jeder *Lichtpunkt* des *Beleuchtungsfeldes* dicht vor oder hinter der Netzhaut des Beobachters seinen Netzhautbildpunkt (a″, b″, c″ u. s. w.) erzeugen. Es kommt also auf dem Felde P′p′ ein aus kleinsten Zerstreuungskreisen zusammengesetztes Lichtfeld zu Stande, das die Form des *Beleuchtungsfeldes* noch deutlich erkennen lässt. Die Grenze zwischen dem Gebiete der Pupille des Un., welches hell, und dem anderen Gebiete, das dunkel erscheint, wird also unter den angegebenen Bedingungen von der Form des *Beleuchtungsfeldes*, in letzter Linie von der Form der Lichtquelle bestimmt sein.

Dass diese Auseinandersetzung richtig ist, davon kann man sich bei Ausführung der Schattenprobe leicht überzeugen. Man erkennt fast bei jeder stärkeren Ametropie in der weiten Pupille des Un. die Gestalt der benützten Flamme wieder. Wem dies mit einer gewöhnlichen Lampe nicht gelingen sollte, dem empfehle ich folgenden Versuch, der sich ohne Schwierigkeit ausführen lässt. Man setzt den Kranken neben die Gasflamme eines sogenannten Schmetterlingbrenners. Vor der Schmetterlingsflamme bringt man ein Blech an, das einen länglich rechteckigen Ausschnitt hat. Die Lichtquelle bekommt dadurch die Gestalt eines rechteckig begrenzten Streifens. Nun setzt man sich dem Kranken, der kurzsichtig ist, oder durch eine Sammellinse in geeignetem Maasse kurzsichtig gemacht ist, gegenüber und wirft mit einem Hohlspiegel von möglichst langer Brennweite Licht in das Auge des Untersuchten. Der Hohlspiegel erzeugt ein Bild des Lichtstreifens

ungefähr in dem Fernpunkte des Untersuchten und daher bewirkt dies Bild ein scharf begrenztes *Beleuchtungsfeld* von der Form eines Streifens. Diesen Streif sieht der Beobachter sehr deutlich auf dem dunkelen Grunde des Sehloches von Un.

Führt der Beobachter jetzt kleine Spiegeldrehungen in der Richtung des Lichtstreifens aus, so verändert sich gar nichts an der Vertheilung von Licht und Schatten im Sehloche von Un. Macht der Beobachter dagegen Spiegeldrehungen senkrecht auf die Richtung des Lichtstreifens, so wandert der Streif parallel mit sich selbst, der Schatten vor ihm wird schmäler und verschwindet schliesslich, der Schatten hinter ihm wird breiter und nimmt schliesslich das ganze Pupillengebiet ein.

Kehren wir wieder zu dem Falle zurück, dass als Lichtquelle eine gewöhnliche Lampenflamme dient, und nehmen wir gleichzeitig an, dass der Untersuchte nur in geringem Maasse kurzsichtig, weitsichtig oder gar emmetropisch sei. In diesem Falle wird das *Beleuchtungsfeld*, selbst wenn es scharf begrenzt und der Flamme geometrisch ähnlich sein sollte, doch kein erkennbares Lichtfeld auf P′ p′, der Netzhaut des Be. erzeugen. Die Zerstreuungskreise der einzelnen Lichtpunkte (a″ b″ c″ in P′ p′) sind eben zu gross und können selbst durch ein enges Sehloch des Be., bezw. enges Sehloch des Augenspiegels nicht genügend abgeblendet werden. Je nachdem die Zerstreuungskreise einen grösseren oder kleineren Durchmesser haben, wird also die Grenze zwischen dem hellen und dem dunkelen Theile von P′ p′ ein Kreisbogen von flacherer oder stärkerer Krümmung und somit der Grenze des *Beleuchtungsfeldes* unähnlicher werden. Natürlich muss die kreisförmige Abgrenzung des hellen Theiles von P′ p′ gegen den dunkelen noch deutlicher werden, wenn das *Beleuchtungsfeld* selber schon rund oder rundlich ist, entweder weil die Lichtquelle von Haus aus rund war oder durch Zerstreuungskreise im Hintergrunde des Untersuchten mit Abrundung der Ecken und Kanten abgebildet wurde.

III. Geschwindigkeit der Schattenbewegung.

In den Fachschriften über die Schattenprobe findet sich ferner die Angabe, dass bei gleicher Drehung des Beleuchtungsspiegels eine sehr ungleich schnelle, genauer gesagt ungleich grosse Verschiebung des Schattens erfolge, je nach dem vorhandenen Brechzustande; und zwar sei die Verschiebung eine langsame bezw. kleine, bei starker Kurz- und Uebersichtigkeit, eine schnelle bezw. grosse bei geringer Ametropie und Emmetropie.

Nach dem bereits dargelegten können wir die Erörterung dieses Lehrsatzes mit wenigen Bemerkungen erledigen. Natürlich gehen wir dabei wieder von dem *Beleuchtungsfelde* aus, dem ja der Schatten auf dem Fusse und in gleicher Geschwindigkeit folgen muss. Wir unterscheiden ausserdem wieder den wirklichen, den physikalischen Vorgang von den Wahrnehmungen des Beobachters.

Denken wir uns, dass durch eine gewisse Drehung des Spiegels das *Beleuchtungsfeld* sich um eine Strecke verschoben hat, die vom Knotenpunkte des Untersuchten aus unter einem Winkel von 5^0 erscheint, so wird das *Luftbild* ebenfalls eine Verschiebung von 5^0, gemessen vom Knotenpunkte des Untersuchten aus, erleiden. Diese Verschiebung ist geradlinig gemessen eine um so ansehnlichere, je weiter das *Luftbild*, m. a. W. je weiter der Fernpunkt des Untersuchten von diesem letzteren abliegt. Da dieser Satz auch gültig bleibt, falls es sich um einen virtuellen Fernpunkt d. h. um Uebersichtigkeit handelt, so kann man ganz allgemein sagen, je grösser der Brechfehler, desto langsamer verschiebt sich das *Luftbild*, je geringer der Brechfehler, desto schneller verschiebt sich das *Luftbild* bei gleicher Verschiebung des *Beleuchtungsfeldes*.

Wie schnell diese Bewegung dem Beobachter erscheint, hängt nun wieder von dem Orte des Beobachters ab. Es sei

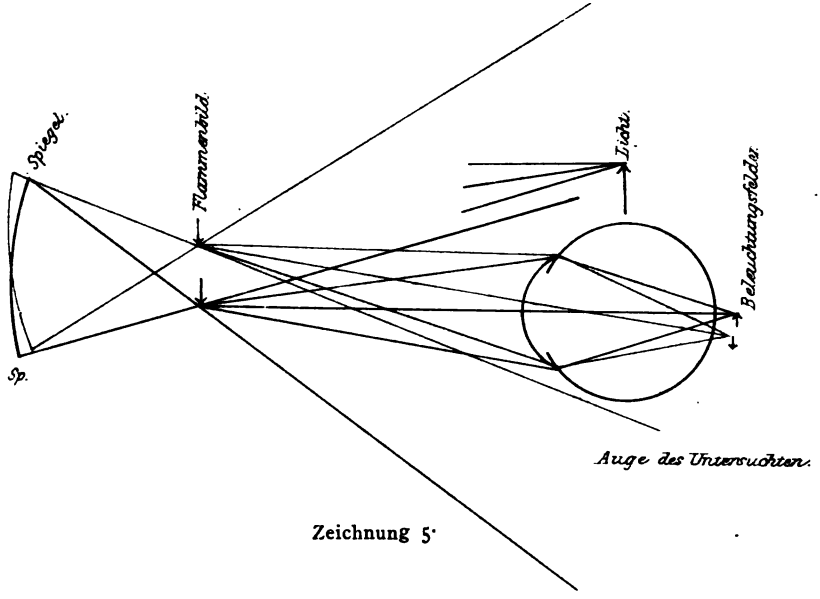
eine Fernpunktslage dicht vor oder hinter dem Untersuchten vorhanden, sodass eine Verschiebung des *Beleuchtungsfeldes* um n^0 das *Luftbild* für einen entfernten Beobachter um 4 mm, d. h. um die durchschnittliche Breite eines Sehloches verschieben würde. Betrachtet der Beobachter diesen Vorgang aus einer Entfernung, neben welcher der Fernpunktsabstand des Untersuchten klein ist, so wird er das *Beleuchtungsfeld* gerade durch das Sehloch des Untersuchten wandern sehen. Nähert sich jetzt der Beobachter dem Orte des *Luftbildes*, so erscheint ihm dies unter einem immer grösseren Gesichtswinkel, das Sehloch des Untersuchten allerdings ebenfalls, doch ergiebt die Anschauung unmittelbar, dass beim Heranrücken des Beobachters der nähere Gegenstand für ihn schneller wächst, als der fernere. Wir dürfen also sagen, die Verschiebung des punktförmigen *Beleuchtungsfeldes* aus der Lage a in die Lage b erscheint dem Beobachter um so schneller, je näher er sich den *Luftbildern* a' und b' befindet.

Aus dieser Betrachtung folgt, dass zwei Umstände auf die scheinbare Geschwindigkeit der Schattenverschiebung Einfluss haben, einmal die Fernpunktslage des Untersuchten, andererseits der Abstand des Beobachters von diesem Fernpunkte. Der Satz der französischen Gelehrten, dass die Schattenbewegung schnell sei bei Emmetropie und kleinen Brechfehlern, langsam bei grossen Brechfehlern ist also nur richtig unter der stillschweigenden Ergänzung: abgesehen von dem Einflusse, den die Entfernung des Beobachters auf die Erscheinung ausübt.

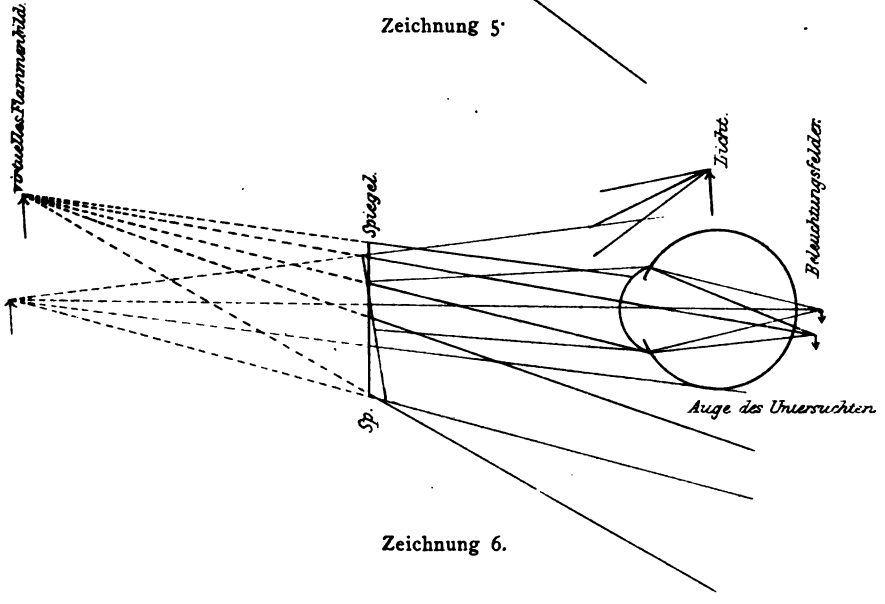
IV. Einfluss des Spiegels.

In den vorstehenden Auseinandersetzungen ist es vorgekommen, dass bei Schilderung eines Versuches ausdrücklich ein Hohlspiegel als Beleuchtungsgeräthe des zu untersuchenden Auges gefordert wurde, weil sich mit einem solchen der Fall

und seine Darstellung einfacher gestaltete. Wir wollen nun entwickeln, was sich an den Erscheinungen der Schattenprobe



Zeichnung 5.



Zeichnung 6.

ändert, wenn man den Hohlspiegel durch einen Planspiegel ersetzt.

Stellen wir uns vor, dass wir einem Kurzsichtigen gegenüber sitzen und zwar jenseits seines Fernpunktes, dass wir mit Hülfe eines Hohlspiegels Licht in das Sehloch jenes Kurzsichtigen werfen und kleine Spiegeldrehungen von oben nach unten ausführen, so sehen wir den Pupillenschatten im Sehloche des Untersuchten gleichsinnig mit den Spiegeldrehungen wandern. Jetzt vertauschen wir den Hohlspiegel mit einem Planspiegel und bemerken, dass die Erscheinung nunmehr umgekehrt ausfällt, dass die Bewegungen des Pupillenschattens den Spiegeldrehungen entgegengesetzt sind. Die Erklärung dieser Thatsache ergiebt sich aus den Zeichnungen 5 und 6. Die erstere stellt die Wirkung des Hohlspiegels dar. Derselbe entwirft von einem neben dem Untersuchten aufgestellten Lichte ein umgekehrtes verkleinertes wirkliches Bild, das bei Spiegeldrehung nach oben aufwärts, bei Spiegeldrehung nach unten abwärts wandert. Dies Flammenbild bildet sich im Auge des Untersuchten mit abermaliger, Umkehrung ab, scharf ab, falls zufällig der Untersuchte für den Ort des Flammenbildes dioptrisch eingestellt ist, verwaschen, falls diese Bedingung nicht erfüllt ist. Bei Spiegeldrehung nach oben, aus der schwarz gezeichneten in die roth gezeichnete Lage, rückt also das *Beleuchtungsfeld* im untersuchten Auge abwärts.

Gerade umgekehrt ist der Sachverhalt, wenn man einen Planspiegel verwendet. Die Zeichnung 6 lehrt uns, dass jetzt ein virtuelles, hinter dem Spiegel gelegenes aufrechtes Flammenbild zur Beleuchtung des untersuchten Auges dient, dass dieses Flammenbild nach unten rückt, wenn der Spiegel nach oben gedreht wird und endlich, dass wegen der abermaligen Umkehrung im Auge des Untersuchten das *Beleuchtungsfeld* gleichsinnig mit den Spiegeldrehungen wandert. Da dieser Sachverhalt grundsätzlich ganz der nämliche bleibt, gleichgültig ob der Untersuchte für den Ort des (virtuellen) Flammenbildes,

eingestellt ist oder nicht, so dürfen wir ganz allgemein den Satz aufstellen: die Schattenbewegung im Sehloche des Untersuchten ist bei Verwendung des Hohlspiegels gerade entgegengesetzt wie bei Verwendung des Planspiegels; wenn also z. B. der Fernpunkt des Untersuchten zwischen diesem und dem Beobachter liegt, so ist die Schattenbewegung mit den Bewegungen eines Hohlspiegels gleichsinnig[1]), mit denen eines Planspiegels gegensinnig.

V. Die Theorie für den Fall des regelmässigen Astigmatismus.

Die Zergliederung der Schattenprobe bei astigmatischem Auge ist eine besonders schwierige Aufgabe, einmal weil man die Auseinandersetzung nur schwer an die gewöhnlichen auf eine Ebene beschränkten Zeichnungen anknüpfen kann und andererseits, weil es hier doppelt nöthig wäre, der Anschauung durch leicht verständliche Zeichnungen oder besser noch durch räumliche Darstellungen zu Hülfe zu kommen.

Nehmen wir an, die Lichtquelle sei rund und stehe dem Augenhintergrunde des Untersuchten konjugirt oder wenigstens annähernd konjugirt, so wird das *Beleuchtungsfeld* im astigmatischen Auge nicht rund, sondern eirund ausfallen. Die Lichtstrahlen, welche von dem eirunden *Beleuchtungsfelde* durch die Pupille wieder nach aussen gelangen, werden an zwei Stellen *Luftbilder* erzeugen, deren jedes auf einem Schirme aufgefangen und hierdurch sichtbar gemacht werden kann. Es sei z. B. das untersuchte Auge in seinem senkrechten Längenkreise stärker kurzsichtig als in seinem wagerechten (zusammengesetzter kurzsichtiger Astigmatismus), so erzeugt die runde Lichtquelle ein eirundes *Beleuchtungsfeld*, dessen längere Achse

[1]) Eine Ausnahme wird auf Seite 36 erörtert werden.

wagerecht liegt, falls die Lichtquelle dem ersten[1]) Fernpunkte benachbart steht. Im Fernpunkte des senkrechten Längenkreises liegt das erste *Luftbild*, das aus einem noch stärker als das *Beleuchtungsfeld* in die Länge gezogenen Eirund besteht und gleichfalls mit seiner längsten Achse wagerecht liegt. Das zweite *Luftbild* liegt im Fernpunkte des Längenkreises schwächster Krümmung, d. h. des wagerechten. Dieses zweite *Luftbild* hat aber nicht mehr eine eirunde Form sondern vielmehr eine kreisrunde, ist also der ursprünglichen Lichtquelle wieder geometrisch ähnlich. Es fragt sich, was wird der Beobachter sehen, wenn er sich im ersten, was, wenn er sich im zweiten Fernpunkte befindet, endlich was, wenn er sich diesseits oder jenseits der Brennstrecke befindet.

Fassen wir zuerst den Fall ins Auge, dass die Pupillenebene des Beobachters im ersten Fernpunkte des Untersuchten stehe. Zur Erörterung dieses Falles bedienen wir uns wieder der Zeichnung Nr. III. Sie stellt uns einen senkrechten halbirenden Durchschnitt durch beide Augen, das untersuchte und das beobachtende dar und lehrt ohne weiteres, dass bei senkrechten Verschiebungen des *Beleuchtungsfeldes* a c volle Dunkelheit mit voller Helligkeit der untersuchten Pupille in dem einen senkrechten Längenkreise abwechseln muss; was aber für diesen einen senkrechten Längenkreis, bezw. für ein mittleres unendlich dünnes Scheibchen gilt, muss auch für alle die anderen senkrecht gestellten Scheibchen richtig sein, in die man sich das astigmatische Auge aufgelöst denken kann und deren Krümmungsmittelpunkte in einer um so längeren wagerechten Linie nebeneinander aufgereiht liegen, je grösser der Astigmatismus ist, je mehr sich das dioptrische System des untersuchten Auges einem Cylinder nähert. Die Lichtstrahlen eines

---

[1]) So wollen wir kurz den Fernpunkt des Längenkreises stärkster Brechung bezeichnen.

jeden solchen Scheibchens sorgen durch ihr Auseinanderfahren nach oben und unten (von der Pupillenebene des Beobachters aus) dafür, dass bei senkrechten Verschiebungen des *Beleuchtungsfeldes* a c die ganze Fläche P′ p′ entweder im Ganzen hell oder im Ganzen dunkel ist.

Ganz anders, wenn wir jetzt das eirunde *Beleuchtungsfeld* wagerecht (also senkrecht zur Ebene der Zeichnung Nr. III) wandern lassen. Jetzt wird der Fall eintreten, dass das wagerechte Eirund a′ c′ nur halb das Sehloch des Beobachters deckt, dass die einzelnen *Luftbildpunkte* d′ e′ u. s. w. durch Auseinanderstrahlen nach oben und unten wohl einen senkrechten Lichtstreif über die ganze Grösse von P′ p′ legen, aber in der wagerechten das Feld P′ p′ nur theilweise beleuchten, weil die *Luftbildpunkte* der wagerechten Büschel nicht in, sondern hinter der Pupille des Beobachters liegen, also einen Theil ihrer Strahlen durch die Regenbogenhaut des Be. abfangen lassen. Es muss also bei wagerechten Verschiebungen des *Beleuchtungsfeldes* a c im Augenhintergrunde des Untersuchten unter den angegebenen Bedingungen dieselbe Erscheinung eintreten, die wir früher aus Zeichnung Nr. II herausgelesen haben, nämlich Bewegung von Licht und Schatten in dem Sehloche des Untersuchten gleichsinnig mit dem *Beleuchtungsfelde.*

Es wird wohl kaum nöthig sein, den gleichen Gedankengang noch einmal ausführlich zu wiederholen, für den Fall, dass der Beobachter sich mit seiner Pupillenebene im zweiten Fernpunkte des Astigmatikers befindet. Schon die Entsprechung zeigt, dass jetzt bei Verschiebung des *Beleuchtungsfeldes* a c in der Wagerechten ganze Erleuchtung mit ganzer Verdunkelung des Sehloches p P wechseln muss, während bei Verschiebungen des *Beleuchtungsfeldes* in der Senkrechten die Erscheinung eintritt, welche früher durch Zeichnung Nr. I versinnlicht wurde, nämlich Bewegung von Licht und Schatten im Sehloche des Untersuchten in entgegengesetzter Richtung wie

auf dem *Beleuchtungsfelde.* Endlich, falls der Beobachter sich diesseits oder jenseits der Brennstrecke befindet, werden Verschiebungen des *Beleuchtungsfeldes* sowohl in der Wagerechten als in der Senkrechten die gleiche Erscheinung hervorbringen, nämlich gleichsinnige Bewegungen im Sehloche des Untersuchten, falls der Beobachter dem Untersuchten näher ist als der erste Fernpunkt, entgegengesetzte Verschiebungen, falls der Beobachter ferner ist, als der zweite Fernpunkt. Gleichwohl wird sich der Vorgang nicht ganz ebenso abspielen, wie bei einem Nichtastigmatiker. Mindestens in der Nähe der beiden Fernpunkte wird der Beobachter Verschiedenheiten der Schattenerscheinung bemerken, je nachdem er durch Spiegeldrehung eine senkrechte oder wagerechte Verschiebung des *Beleuchtungsfeldes* hervorbringt. Befindet sich z. B. der Beobachter etwas näher an dem Untersuchten, als der erste Fernpunkt, so wird er bei Verschiebungen des Beleuchtungsfeldes in der Senkrechten einen weniger deutlichen, einen weniger scharf und gleichzeitig einen flacher begrenzten Schatten wahrnehmen, als bei wagerechten Verschiebungen.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass die Schattenprobe zur Messung des Gesammtastigmatismus eines Auges benützt werden kann. Die Regel dazu lautet: Man nähere sich dem kurzsichtigen oder durch Sammelgläser kurzsichtig gemachten Astigmatiker unter Spiegeldrehungen, welche Verschiebung des *Beleuchtungsfeldes* im Längenkreise schwächster Krümmung hervorbringen; sobald gänzliche Belichtung mit gänzlicher Verdunkelung des Sehloches wechselt, hat man den zweiten Fernpunkt erreicht. Nun nähere man sich dem Untersuchten weiter unter Spiegeldrehungen, die zu den erst erwähnten senkrecht sind, bis abermals gänzliche Belichtung mit gänzlicher Verdunkelung abwechselt, dann hat man den ersten Fernpunkt erreicht. Alles übrige ist dann Sache einer sehr einfachen Ausrechnung (siehe S. 40).

Bei dieser Regel ist stillschweigend vorausgesetzt, dass der Beobachter die Stellung des Längenkreises stärkster und des Längenkreises schwächster Krümmung bereits kennt. Das ist ja meistens auch der Fall, insofern bei der Mehrzahl aller Astigmatiker der stärkst brechende Längenkreis senkrecht, der schwächst brechende wagerecht steht, wie auch bei der vorstehenden Betrachtung vorausgesetzt wurde. Indessen es giebt, bekanntlich nicht einmal allzu selten, Ausnahmen, bei denen die Hauptlängenkreise mehr oder weniger schräg stehen. Solche Ausnahmen verrathen sich dem Beobachter dadurch, dass bei Spiegeldrehungen in der Senkrechten oder in der Wagerechten eine Schrägverschiebung des Lichtes und des Schattens in dem Sehloche des Untersuchten sichtbar wird. Diese Thatsache erklärt sich folgendermaassen. Angenommen die Achsen des astigmatischen Auges stehen schief, so erzeugt eine runde Lichtquelle, die in der Nähe des ersten Fernpunktes steht, ein eirundes *Beleuchtungsfeld*, dessen Längsachse dem Längenkreise schwächster Krümmung parallel ist. Dieses *Beleuchtungsfeld* erzeugt im ersten Fernpunkte ein *Luftbild* von noch stärker in die Länge gezogener eirunder Form, und selbstverständlich schiefer Lage. Bringt der Beobachter seine Pupille an den Ort dieses *Luftbildes*, so wird jeder Punkt dieses Eirundes auf dem Augenhintergrunde des Beobachters eine durchgehende Lichtlinie erzeugen, die der kurzen Achse des eirunden *Luftbildes* parallel, also wie diese schief steht. Diese unendlich vielen Lichtlinien geben zusammen einen Lichtstreif auf der Netzhaut des Beobachters, dessen Richtung mit der Ebene des gesuchten Hauptlängenkreises zusammenfällt. In der Regel wird man nun nicht den ganzen Lichtstreif in der Pupille des Beobachters sehen, wohl aber bei geeigneter Spiegelstellung einen Theil desselben. Unter den vorstehend erwähnten Voraussetzungen sieht man also das Sehloch des Untersuchten halb beleuchtet und halb beschattet;

der helle und der dunkele Theil sind durch eine gerade Trennungslinie gegen einander abgesetzt; diese gerade Trennungslinie steht schräg bei Schrägstellung der Hauptlängenkreise und zwar giebt die Richtung jener Linie ohne weiteres die Stellung des Längenkreises stärkster Krümmung an.

Führt man jetzt Spiegeldrehungen aus, die nicht dem schrägen Hauptlängenkreis parallel, sondern wie gewöhnlich senkrecht oder wagerecht sind, so verschiebt sich das schräggestellte eirunde *Beleuchtungsfeld* parallel mit sich selbst auf und ab bezw. nach rechts und links und demgemäss muss jene schräg gestellte Trennungslinie parallel mit sich selbst, d. h. also schräg durch das Pupillengebiet des Untersuchten wandern Es kann demnach, unter günstigen Umständen, auf den ersten Blick die Thatsache, dass Astigmatismus vorhanden und gleichzeitig die Stellung der Achsen ersichtlich werden.

C. Die Anwendung der Schattenprobe.

I. Die Geräthe.

Um bei einem Kranken mittelst der Schattenprobe den Brechzustand festzustellen, brauchen wir ein Dunkelzimmer, eine Lichtquelle, einen Augenspiegel, eine Anzahl von Linsen und endlich einen Maasstab oder Bandmaass. Das Befürfniss nach einem Dunkelzimmer verlangt eine etwas sorgfältigere Berücksichtigung als beim Augenspiegeln schon deshalb, weil die Schattenprobe bereits bei einer Pupillenweite oder besser -enge unmöglich wird, bei der uns die Augenspiegeluntersuchung noch keine Schwierigkeiten macht.

Als Lichtquelle benützt man eine gewöhnliche Steinöl- oder Gasflamme von beliebiger Form. Zwar ist auf Seite 19 u. ff. auseinandergesetzt worden, dass die Form der Lichtquelle unter Umständen auf die Begrenzung des Pupillenschattens von sehr merklichem Einflusse ist, dass also alle Angaben über die Gestalt des Pupillenschattens, bei denen die Form der Lichtquelle unberücksichtigt geblieben ist, nicht ohne weiteres für richtig gelten können.

Es dürfte sich daher empfehlen, der Lichtquelle ein für allemal eine bestimmte, etwa eine kreisrunde Form zu geben, was sich leicht mittelst eines undurchsichtigen, mit rundem Aus-

schnitte versehenen Schornsteines bewerkstelligen lässt. Besonders bei der Erkennung und Bestimmung von Astigmatismus wird man von einer kleinen, runden und scharf begrenzten Lichtquelle merklichen Vortheil haben.

Zur Beleuchtung möchte ich wie Chouet, Chibret, Zieminski, Schweigger u. a., den Planspiegel empfehlen, da derselbe vor dem Hohlspiegel mehrere Vorzüge hat. Erstens hinsichtlich der Grösse und Abgrenzung des *Beleuchtungsfeldes*. Es ist ja aus dem Vorstehenden bereits klar geworden, dass die Schattenprobe unter sonst gleichen Umständen am leichtesten mit einem kleinen scharfbegrenzten *Beleuchtungsfelde* gelingen wird. Ein solches liefert der Planspiegel in der That wenigstens in angenäherter Weise, und was fast noch wichtiger ist, er liefert stets ziemlich das gleiche *Beleuchtungsfeld*, gleichgültig, ob der Beobachter mit seinem Spiegel sich dem Untersuchten genähert hat oder nicht. Denn das Flammenbild ist virtuell, aufrecht, immer von der nämlichen Grösse und liegt stets hinter dem Beobachter, wird also bei Annäherung an den Untersuchten dem Fernpunkte dieses letzteren näher kommen; während die Annäherung des Flammenbildes an den Untersuchten das *Beleuchtungsfeld* grösser werden lässt, muss die gleichzeitige Annäherung des Flammenbildes an den Fernpunkt des Untersuchten das Beleuchtungsfeld schärfer und also kleiner machen. Zwei Umstände gleichen sich demnach bis zu einem gewissen Grade aus und der Erfolg ist, dass innerhalb gewisser Grenzen der Planspiegel ein sich ziemlich gleich bleibendes *Beleuchtungsfeld* liefert.

Ganz anders der Hohlspiegel. Sein Flammenbild ist ein umgekehrtes und wirkliches; es ist verkleinert, falls der Spiegel um mehr als das Doppelte seiner Brennweite von der Lampe entfernt ist; es ist ebenso gross wie die Flamme selbst, wenn der Spiegel gerade das Doppelte seiner Brennweite von der

Flamme entfernt ist; und endlich das Flammenbild ist ein vergrössertes, wenn der Arzt sich dem Untersuchten und somit der Lampe auf weniger als das Doppelte der Spiegelbrennweite genähert hat. Demgemäss ist das vom Hohlspiegel gelieferte *Beleuchtungsfeld* bald klein und scharf, bald gross und verwaschen, mit anderen Worten, bald zweckmässig, bald unzweckmässig für die Schattenprobe.

Ein zweiter Vorzug des Planspiegels liegt darin, dass das *Beleuchtungsfeld* stets und unter allen Umständen gleichsinnig mit den Spiegeldrehungen im Augenhintergrunde des Untersuchten wandern muss. Während bei Verwendung des Hohlspiegels die Bewegungsrichtung des *Beleuchtungsfeldes* eine verschiedene ist, je nach dem Abstande des (umgekehrten, wirklichen) Flammenbildchens von dem untersuchten Auge. Liegt nämlich das Flammenbild vor dem untersuchten Auge, so wandert das *Beleuchtungsfeld* umgekehrt wie der Spiegel gedreht wird. Nähert man dagegen den Spiegel dem Untersuchten so weit, dass das Flammenbild erst im Auge des Untersuchten und zwar hinter dem Knotenpunkte zu Stande kommt, so wandert das *Beleuchtungsfeld* im Augenhintergrunde gleichsinnig mit den Spiegeldrehungen.

Endlich ein dritter Vorzug des Planspiegels vor dem Hohlspiegel liegt darin, dass die Grösse der Verschiebung des *Beleuchtungsfeldes* und die Grösse der Spiegeldrehung in einem bestimmten und sich gleichbleibenden Verhältnisse stehen, wenn man den Planspiegel benützt, in einem sehr wechselnden dagegen bei Verwendung des Hohlspiegels. Ich will diesen Satz, der unter gewissen zulässigen Einschränkungen leicht bewiesen werden kann, durch eine Andeutung einleuchtend machen. Man denke sich einen Hohlspiegel von kurzer Brennweite ziemlich fern von Untersuchtem und Lampe aufgestellt. Dann entsteht das stark verkleinerte Flammenbild ziemlich nahe dem Brennpunkte des Spiegels. Drehungen des Spiegels werden

ur eine äusserst geringe (geradlinig gemessene) Verschiebung des Flammenbildes herbeiführen. Jetzt nähere man sich mit dem Spiegel dem Untersuchten und also gleichzeitig der Flamme. Das Flammenbild entfernt sich dann von dem Spiegel und erleidet bei der gleichen Spiegeldrehung eine seinem vergrösserten Abstande entsprechende stärkere Seiten-Verschiebung. Diese stärkere Seitenverschiebung muss selbstverständlich an dem *Beleuchtungsfelde* gleichfalls zur Geltung kommen. Da man nun aber aus der Geschwindigkeit, (siehe S. 24 u. f.) mit der das *Beleuchtungsfeld* sich zu verschieben scheint, Schlüsse ziehen will auf den Brechzustand des Auges, so ist es einleuchtend, dass die Schnelligkeit der Verschiebung womöglich von dem Brechzustande des Untersuchten allein, nicht auch von dem Abstande des Spiegels abhängen sollte. Bei Verwendung des Planspiegels ist diese Forderung auch wirklich erfüllt.

Bei der Ausführung der Schattenprobe will der Beobachter das eigene Sehloch in die Einstellungsebene des Untersuchten bringen. Dies ist selbstverständlich nur möglich, wenn der Untersuchte kurzsichtig ist. Wir brauchen daher Sammellinsen um einen schwach Kurzsichtigen, Emmetropischen oder gar Uebersichtigen in mittlerem Grade kurzsichtig zu machen. Gelegentlich braucht man auch Hohlgläser, um eine starke Kurzsichtigkeit so weit auszugleichen, dass der Fernpunkt in einen handlichen Abstand kommt. Alle diese Gläser sind in dem augenärztlichen Brillenkasten vorhanden. Gleichwohl haben einige Fachgenossen einen besonderen, am häufigsten bei der Schattenprobe benützten Gläsersatz zusammengestellt und an der Fassung der Gläser kleine Haken angebracht, um hier ein Bandmaass anhängen zu können. Andere haben Gläser in dem Randtheile einer grösseren Scheibe eingelassen, um durch Umdrehung dieser Scheibe mühelos und schnell die vor dem Auge des Untersuchten stehenden Linsen wechseln zu können. Wieder andere benutzen zum gleichen Zwecke die augenärzt-

liche Leiter, zwischen deren Sprossen die stufenweis stärker werdenden Linsen befestigt sind.

Zum Messen des Abstandes, der nach Schätzung des Beobachters der Fernpunktsabstand des Untersuchten ist, dient ein Centimetermaass, das man wie eben erwähnt an die Fassung der benützten Linsen anhängt, oder ein Maasstab mit Centimetereintheilung. Die Messung des Abstandes mittelst eines festen Maasstabes verlangt allerdings, dass der Arzt einen Gehülfen, Wärter oder sonst eine Person, etwa den Begleiter des Untersuchten zur Verfügung hat.

II. Die Ausführung.

Nachdem man sich dem Kranken wie zum Augenspiegeln in etwa $^3/_4$ m Entfernung gegenüber gesetzt, die Lampe neben und etwas hinter demselben aufgestellt und allenfalls noch das zu untersuchende Auge durch einen besonderen Schirm beschattet hat, lässt man den Kranken am Beobachter vorbei in die Ferne starren und beginnt nun damit, festzustellen, ob der Einstellungspunkt des Kranken vor oder hinter dem Beobachter liegt. Dies ist buchstäblich das Werk eines Augenblickes. Wenige Spiegeldrehungen genügen, um uns zu zeigen, ob der helle Theil des Sehloches bezw. der Pupillenschatten sich gleichsinnig mit dem Spiegel oder entgegengesetzt verschiebt. Vorausgesetzt, dass man einen Planspiegel benützt hat, besagt die gleichsinnige Verschiebung, dass der Einstellungspunkt des Kranken hinter dem Beobachter liegt und entgegengesetzte Verschiebung beweist, dass der Einstellungspunkt vor dem Beobachter liegt. Dieser vorläufige Ueberblick misslingt nur bei engem Sehloche. In diesem Falle bleibt nichts übrig, als eines der pupillenerweiternden Mittel, Homatropin, Kokain oder Atropin in Anwendung zu bringen. Diese Mittel sind ferner nicht zu umgehen, wenn man sicher sein will, dass der

zu messende Einstellungspunkt mit dem Fernpunkte des Auges gleichbedeutend ist. Denn bekanntlich können das emmetropische und das übersichtige Auge mit Hülfe ihrer Accommodation den Fernpunkt hereinrücken und sich in höherem oder geringerem Maasse kurzsichtig machen. Eine solche durch Accommodiren herbeigeführte nähere Lage des Fernpunktes kommt sehr häufig unwillkürlich vor, und wird dann bei der Schattenprobe ebenso wie bei der Untersuchung im aufrechten Bilde einen Fehler in das Untersuchungsergebniss einführen. Auch willkürlich kann dieser Fehler hervorgebracht werden, und es ist daher selbstverständlich, dass man jeden vor der Untersuchung atropinisiren muss, der im Verdachte steht, die Kurzsichtigkeit vortäuschen zu wollen.

Nehmen wir an, wir haben die Fernpunktslage hinter uns gefunden, so gilt es jetzt an den Ort des Einstellungspunktes zu gelangen. Vielleicht können wir dies Ziel einfach dadurch erreichen, dass wir, immer unter kleinen Spiegeldrehungen um die nämliche Achse, etwas zurückgehen. Hat man auf diese Weise einen Abstand von einem Meter oder mehr erreicht, ohne dass eine Umkehrung der Bewegungsrichtung, also Ueberschreitung des Einstellungspunktes stattgefunden hätte, so geht man dazu über, den Einstellungspunkt durch Sammelgläser näher an das Auge des Untersuchten heranzurücken. Welches Glas man dazu nehmen soll, hat sich dem Geübten mittlerweile bereits durch das Aussehen der Schattenerscheinung verrathen. War der Schatten scharf begrenzt und bewegte er sich langsam durch das Sehloch des Untersuchten, so handelt es sich um eine beträchtliche Uebersichtigkeit. In diesem Falle nimmt man ein Glas von 6,0, 8,0 oder 10,0 Dioptrien, hält es mit der Linken vor das Auge des Kranken und nähert sich unter leichten Spiegeldrehungen, bis die Bewegung, die jetzt den Spiegeldrehungen entgegengesetzt ist, undeutlich bzw. unkenntlich wird. In diesem Augenblicke misst der bereitstehende

Gehülfe mit dem Maassstabe die Entfernung des untersuchten vom beobachtenden Auge ab. Macht man den gleichen Versuch zum zweiten und dritten Male, oder lässt man ihn von einem anderen Beobachter ausführen, so stimmen in der Mehrzahl der Fälle die Messungen bis auf wenige Centimeter unter einander überein. In dem gedachten Falle sei nach Einschaltung von + 6,0 D. ein Einstellungspunkt von 45 bis 48 cm gefunden worden; dann ist der Brechzustand des Auges zuzüglich des Sammelglases von 6,0 D. gleich $\frac{100}{45}$ bis $\frac{100}{48}$, das ist gleich 2,2 bis 2,1 Dioptrien Kurzsichtigkeit, folglich der Brechzustand des Auges allein — 2,2 + 6,0

oder — 2,1 + 6,0

d. i. + 3,8 bis + 3,9 Dioptrien Uebersichtigkeit, und zwar ist dies der Brechzustand desjenigen Längenkreises, in dem die Verschiebung des Beleuchtungsfeldes und gleichzeitig des Pupillenschattens stattgefunden hat.

Was wir in diesem Falle durch Annäherung an den mit + 6,0 bewaffneten Kranken erreicht haben, nämlich Zusammenfallen unserer Pupillenebene mit der Einstellungsebene des Untersuchten, pflegen andere Augenärzte auf folgendem Wege zu erreichen. Dieselben halten ein für allemal die nämliche Entfernung vom Untersuchten, meist 1 Meter fest. Nachdem sie durch vorläufige Spiegeldrehungen erkannt haben, ob der Untersuchte für einen Punkt diesseits oder einen jenseits des Beobachters eingestellt ist, setzen sie dem Kranken so lange immer stärkere Gläser vor, bis eine Schattenbewegung im einen oder anderen Sinne nicht mehr wahrzunehmen ist. Dem gefundenen Glase ist, falls es Hohlglas war, eine Dioptrie zuzuzählen, falls es Sammelglas war, eine Dioptrie abzurechnen; der Rest ist das Maass der vorhandenen Kurz- oder Uebersichtigkeit.

Das eben geschilderte Verfahren hat seine Vor- und seine Nachtheile. Ein Vorzug ist, dass die Messung des Abstandes

zwischen Beobachter und Untersuchtem wegfällt. Ein anderer Vorzug soll darin liegen, dass die Berechnung einfacher, ja rein maschinenmässig ausführbar sei. Während ich den ersten Vorzug zugebe, muss ich den zweiten bestreiten. Denn man kann wohl von jedem Augenarzte verlangen, dass er seine Untersuchungsarten auch theoretisch verstehe. Die Augenärzte sind ja mit Recht stolz darauf, dass in ihrem Fache das rein handwerksmässige Arbeiten nicht angängig sei. Wer aber das Wesen der Schattenprobe und das Rechnen in Dioptrien versteht, wird ebenso schnell und leicht die verlangte Aufgabe lösen, ob er sich in 1,0 Meter oder in einem beliebigen anderen Abstande vom Untersuchten befunden hat.

Mit mehr Recht liesse sich, wie mir scheint, zu Gunsten des letzteren Verfahrens anführen, dass bei Annäherung des Arztes an den Kranken dieser leicht zu Bewegungen der Augen, auch zu accommodativen veranlasst wird, was weniger zu befürchten ist, falls der Arzt seinen anfänglichen Abstand vom Kranken unverändert beibehält.

Andererseits ist es ein Nachtheil, dass man weit mehr Gläser durchprobiren muss, was ja die Anhänger dieses Verfahrens bereits veranlasst hat, ein besonderes Geräth, die sich drehende Scheibe mit Linsen, einzuführen. Dann ist zu bedenken, dass ein Hohlglas vor einem Auge dieses geradezu in Versuchung führt, zu accommodiren. Das Abrücken des Fernpunktes bei einem stark Kurzsichtigen bis auf 1 Meter durch vorgelegte Hohlgläser ist also nur bei atropinisirten oder homatropinisirten Augen angängig.

Endlich sei noch erwähnt, wie Schweigger vorgeht, um den Einstellungspunkt des Untersuchten zu finden. Eigentlich ist ein grundsätzlicher Unterschied zwischen dem vorstehend geschilderten Verfahren und dem Schweigger'schen nicht vorhanden. Das letztere besteht nämlich darin, dass man sich dem Untersuchten so weit nähert, bis eine Bewegung in

gleichsinniger Richtung erkennbar wird und dann sich wieder so weit entfernt, bis die umgekehrte Bewegung des Luftbildes merklich wird. Die Entfernung zwischen diesen Grenzpunkten soll bei einer Fernpunktslage von 24 bis 36 cm etwa 1 cm betragen.

Ich habe nach dieser Vorschrift die Schattenprobe häufig ausgeführt, indessen dabei stets einen beträchtlich grösseren Abstand der erwähnten Grenzpunkte gefunden als 1 cm. Ferner fiel mir bei diesem Verfahren störend auf, dass bei Annäherung auf 30 cm und weniger an den Untersuchten von einem deutlichen Pupillenschatten überhaupt nichts mehr zu sehen war. Ich fand vielmehr, dass bei so starker Annäherung an den Untersuchten das Sehloch desselben zum Theil schön leuchtend roth, zum Theil grauroth aussah; der graurothe Theil stellt den Pupillenschatten vor, sieht aber freilich gar nicht schattenhaft aus. Die Erklärung dieser Erscheinung dürfte wohl in der Vergrösserung des *Beleuchtungsfeldes* zu suchen sein, die ja durch sehr starke Annäherung selbst bei Verwendung des Planspiegels eintreten muss.

Alles zusammen sind die Vorzüge wohl auf keiner Seite so überwiegend, dass man sich für das eine oder andere Verfahren entscheiden müsste. Beide Wege führen zum Ziele und so mag es dem Geschmacke jedes Arztes überlassen bleiben, welchen der beiden er sich angewöhnen will.

III. Ergebnisse.

Ich gehe nun dazu über, die Untersuchungsergebnisse zu schildern, die ich mit Hülfe der Schattenprobe gewonnen habe. Der einfachste und anschaulichste Weg hierzu ist offenbar die listenmässige Zusammenstellung von Einzelnbeobachtungen. Da ich dem Leser nicht etwa das veranschaulichen will, was die Schattenprobe in den Händen eines „Specialisten für Schattenprobe" leistet,

sondern vielmehr das, was sie ihm selber leisten wird, falls das Lesen dieser Blätter ihn veranlassen sollte, die Schattenprobe zu versuchen, so theile ich in meinen Listen diejenigen Fälle mit, an denen ich selber das Verfahren erlernt habe. Selbstverständlich nicht etwa „auserlesene" Fälle, sondern gerade in der Reihenfolge, wie die Kranken in meiner Poliklinik zur Behandlung kamen. Nun wäre es aber für den Leser ermüdend und würde der Anschaulichkeit eher schaden als nützen, wenn ich alle Fälle von Brechfehlern, die von Ende März bis Ende Juni von mir untersucht wurden, in den Listen aufführen wollte. Ich habe mich deshalb bei der Uebersichtigkeit und Kurzsichtigkeit auf die Anführung von je 12 Fällen beschränkt und dabei die zeitliche Reihenfolge des poliklinischen Tagebuches nur in so fern verletzt, als ich diejenigen Kranken überging, bei denen aus irgend einem Grunde bloss ein Auge untersucht worden ist. Für die Schlüsse aber, die ich aus meinen Erfahrungen gezogen habe, sind selbstredend alle in jenen 3 Monaten untersuchten Fälle verwendet worden.

Liste I. Uebersichtigkeit.

	Name und Alter		Schatten-probe	Leseprobe		Fehler der Schatten-probe	Bemerkungen
				ein-äugig	doppel-äugig		
1.	Baumann	r.	0,5	0,75	1,75	— 1,25	die zweite Leseprobe nach Homatropin
	14.	l	1,0	1,0	1,75	— 0,75	
2.	Aeschlimann	r.	1,0	0,5	1,25	— 0,25	
	34.	l.	1,5	1,0	1,75	— 0,25	
3.	Löb	r.	0,5	0,75	1,0	— 0,5	
	32.	l.	1,0	0,75	1,0	0	
4.	Grimm	r.	1,5		1,5	0	
	12.	l.	1,5		1,5	0	

	Name und Alter		Schatten-probe	Leseprobe		Fehler der Schatten-probe	Bemerkungen
				einäugig	doppeläugig		
5.	Aebli	r.	1,0	1,0	1,0	0	
	22.	l.	1,0	0,75	1,0	0	
6.	Rauch	r.	1,0	1,0		0	
		l.	1,0	0		+ 1,0	
7.	Blum	r.	1,0	0	0,75	+ 0,25	
		l.	1,0	0	0,75	+ 0,25	
8.	Pflüger	r.	1,0	0,5	0,75	+ 0,25	
	34.	l.	1,0	0,5	0,75	+ 0.25	
9.	Morat	r.	2,0	0,5	1,0	+ 1,0	
	48.	l.	1,5	0,5	1,0	+ 0,5	
10.	Schmied	r.	1,0 bis 1,5	0,75	1,25	— 0,25 bis + 0,25	
		l.	1,0	0,75	1,25	— 0,25	
11.	Lips	r.	1,0	2,0		— 1,0	
	76.	l.	1,5	2,0		— 0,5	
12.	Hammer	r.	4,5	3,5	4,0	+ 0,5	
	11.	l.	4,0	3,5	4,0	0	

Beginnen wir mit Betrachtung der Liste I und Ia, auf denen Fälle von Uebersichtigkeit zusammengestellt sind.

Da es bei der Bestimmung des Brechzustandes eines Auges eigentlich doch nur auf den Brechzustand bezüglich des Centralgrübchens ankommt, und da dies ohne Zweifel am genauesten auf subjektivem Wege, mittelst der Leseprobe ausführbar ist, so habe ich die Leseprobe und deren Ergebnisse als das richtige betrachtet und die Abweichungen der durch Schattenprobe bestimmten Uebersichtigkeiten als „Fehler der Schattenprobe“ bezeichnet. Wie gross sind diese Fehler? Sind sie grösser als die der Untersuchung im aufrechten Bilde? Und endlich, worauf sind diese Fehler zu beziehen?

Liste Ia.

		Fehler der Schattenprobe	Fehler der Untersuchung im aufrechten Bilde
1.	r.	— 0,25	desgleichen
	l.	— 0,25 bis — 1,0	
2.	r.	— 0,5	desgleichen
	l.	0	
3.	r.	+ 0,25	desgleichen
4.	r.	— 0,25	— 1,25
5.	r.	+ 0,75	+ 0,25
6.	r.	0	— 1,0
	l.	0	— 1,0
7.	l.	— 1,5	— 1,0 bis — 0,5
8.	r.	+ 0,5	0
	l.	0	0
9.	l.	— 0,75	desgleichen
10.	r.	— 0,5	desgleichen
	l.	— 0,5	
11.	r.	— 0,75	— 0,75
	l.	— 0,75	— 0,25
12.	r.	— 0,5	— 0,5 bis 0
	l.	— 0,75	— 0,5 bis 0

Auf die ersten beiden Fragen giebt uns die Liste I eine ausreichende Antwort. Wir finden Fehler von — 1,25 D. bis + 1,0, mit Worten, es ist die Uebersichtigkeit um 1,25 D. zu klein, und um 1,0 D. zu hoch geschätzt worden; dazwischen alle möglichen Uebergänge, unter denen der Fall richtiger Messung (Fehler 0) verhältnissmässig häufig, nämlich sieben-

mal vorkommt. Es handelt sich also hier um Fehler, wie sie bei der Refraktionsbestimmung im aufrechten Bilde tagtäglich vorkommen. Um dies noch besonders zu beweisen, habe ich in Liste Ia zwölf Fälle zusammengestellt, bei denen beide Untersuchungsarten, die Schattenprobe sowohl als die Untersuchung im aufrechten Bilde, angewandt wurden.

Die in Liste I aufgeführten Fälle, zusammen mit den übrigen von Ende März bis Ende Juni beobachteten Fällen von Uebersichtigkeit ergaben, dass von

73 Bestimmungen 17 richtig,
23 zu gross und
33 zu klein

ausgefallen sind. Der durchschnittliche Fehler bei den Ueberschätzungen war 0,48 D., bei den Unterschätzungen dagegen 0,86 D., also fast doppelt so gross, als bei den ersteren. Die grössere Neigung zu Fehlern im Sinne einer Unterschätzung zeigt sich ferner darin, dass die stärkste Unterschätzung 3,0 D. die stärkste Ueberschätzung dagegen nur 1,0 D. betragen hat. Es liegt nahe, hieraus den Schluss zu ziehen, dass sehr häufig die Accommodation des Untersuchten während der Prüfung nicht entspannt gewesen und deshalb eine durch Accommodation verdeckte, also zu kleine Uebersichtigkeit gemessen worden ist. Mit dieser Erklärung steht auch eine Beobachtung im Einklange, die man bei der Leseprobe sehr häufig machen kann, die Thatsache nämlich, dass der Kranke zuweilen Sammelgläser von 1,0 D. oder mehr zunächst verwirft, dieselben Gläser aber annimmt, wenn man die Vorsicht braucht, mit den schwächsten Gläsern zu beginnen, nur ganz allmählich zu steigen und zwischen je zwei Leseversuchen das Auge schliessen zu lassen. Im gleichen Sinne könnte man die bekannte Thatsache deuten, dass bei doppeläugiger Leseprobe häufig mehr Uebersichtigkeit gefunden wird, als bei einäugiger Prüfung. Freilich passt es nicht recht zu dieser Deutung, dass zuweilen jener Unterschied

zwischen der einäugig und der doppeläugig gefundenen Uebersichtigkeit, sogar in seinem vollen Umfange, nämlich bis zu 0,75 D., auch noch vorhanden ist, nachdem die Augen homatropinisirt worden sind. Nun weiss man ja freilich, dass Homatropin die Accommodation nicht vollständig lähmt. Allein da es die Fähigkeit, zu accommodiren, unzweifelhaft doch sehr beeinträchtigt, liegt es nahe, anzunehmen, dass die reflektorischen, die unbeabsichtigten Zusammenziehungen zuerst in Wegfall kommen.

Ein Wort der Erklärung bedürfen noch die Ueberschätzungen der Uebersichtigkeit, wenn dieselben auch kleiner an Umfang und seltener an Zahl sind als die Unterschätzungen. Sind wir gezwungen, die Ueberschätzungen als „Messungsfehler der Schattenprobe" im eigentlichen Wortsinne aufzufassen? Ich glaube nein! Denn ein Umstand spielt ja hier mit, den wir eben bereits flüchtig berührt haben. Mit der Leseprobe bestimmen wir den Brechzustand des Auges hinsichtlich einer winzig kleinen Stelle des Augenhintergrundes, nämlich bezüglich des Centralgrübchens. Das Gleiche mittelst der Schattenprobe zu thun, ist ganz und gar unmöglich. Bei der Schattenprobe muss ein *Beleuchtungsfeld*, weit grösser als das Grübchen selber, im Augenhintergrunde wandern, also über Flächen der Netzhaut gleiten, bezüglich deren vielleicht das Auge einen ganz anderen Brechzustand, meist wohl im Sinne einer stärkeren Uebersichtigkeit besitzt. Ja, dieser Umstand muss um so sicherer eine Rolle spielen, weil wir bei Ausführung der Schattenprobe die Gegend des Grübchens absichtlich meiden. Wir warnen den Kranken ausdrücklich davor, in den Spiegel zu blicken wir fordern ihn vielmehr auf, an unserem Ohre vorbei in die Ferne zu starren. Wir thun dies aus doppeltem Grunde, einmal damit die Verengerung des Sehloches möglichst klein ausfalle und zweitens, weil Blendungserscheinungen am Grübchen am leichtesten auftreten und am meisten Schaden anrichten können.

Wir kommen also zu dem Schlusse, dass die bei Anwendung der Schattenprobe gefundenen Fehler nicht nothwendig der Schattenprobe selber, sondern dem Umstande zuzuschreiben sind, dass einmal die Accommodation nicht sicher ausgeschaltet ist, und dass andererseits der Brechzustand eines Auges nicht der gleiche für alle Theile des Hintergrundes zu sein braucht.

Liste II. Kurzsichtigkeit.

	Name und Alter		Schatten-probe	Leseprobe		Fehler der Schatten-probe	Bemerkungen
				ein-äugig	doppel-äugig		
1.	Knirsch	r.	6 u. As.	4,5		+ 1,5	Bei Schattenprobe fiel ein geringer As. auf; bei Leseprobe keine Besserung durch Cylinder
		l.	6,5 u. As.	8		— 1,5	
2.	Herzog	r.	2,0	2,0	1,75	+ 0,25	
	44.	l.	2,0 u. As.	2,0	1,75	+ 0,25	
3.	Stähli	r.	2,5	1,5		+ 1,0	
	10.	l.	3,0	2,0		+ 1,0	
4.	Steiger	r.	— 1,0	0,25		+ 1,25	Bei Schattenprobe wurde 1,0 Uebersichtigkeit gefunden, daher das Minuszeichen
	33.	l.	— 1,0	0,5		+ 1,5	
5.	Goldinger	r.	2 bis 2,5	1,5		+0,5 bis +1,0	
	27.	l.	2 bis 2,5	1,75		+ 0,25 bis + 0,75	
6.	Räs	r.	2,5 bis 3	6,0	4,5	—1,5 bis —2,0	
	45.	l.	2,5 bis 3	6,0	4,5	—1,5 bis —2,0	
7.	Rohner	r.	3,0	4,0	3,5	— 0,5	
	31.	l.	3,5	4,5	4,0	— 0,5	
8.	Carle	r.	0	1,5	1,25	— 1,25	
	13.	l.	0	1,5	1,25	— 1,25	
9.	Fuchs	r.	4,5	6,0	5,5	— 1,0	
	13.	l.	4,0	6,0	5,5	— 1,5	

	Name und Alter		Schatten-probe	Leseprobe		Fehler der Schatten-probe	Bemerkungen
				ein-äugig	doppel-äugig		
10.	Tröndli	r.	3,0	4,0	3,5	— 0,5	
	13.	l.	4,0	5,0	4,5	— 0,5	
11.	Kopf	r.	1,0	0,75		+ 0,25	
		l.	1,0 u. As.	1,0		0	
12.	Kleinert	r.	9 bis 10	13		—3,0 bis —4,0	
	58.	l.	8 bis 9	10		—1,0 bis —2,0	

Wenden wir uns zur Liste II, auf der die Untersuchungsergebnisse von 12 Paar kurzsichtigen Augen zusammengestellt sind. Wenn ich noch 8 kurzsichtige Augen hinzunehme, die in dem gleichen Zeitraume zur Untersuchung kamen, wie die vorerwähnten 73 übersichtigen Augen, so ergiebt sich, dass bei 32 kurzsichtigen Augen von der Schattenprobe

15 mal zu grosse,
16 mal zu kleine,
1 mal richtige Angaben

gemacht worden sind.

Die Ueberschätzung der Kurzsichtigkeit betrug durchschnittlich 1,01 D., die Unterschätzung 1,40 D. Der grösste Fehler bei den Ueberschätzungen war 2,75, bei den Unterschätzungen 4,0 D.

Bezüglich der Ursachen dieser Fehler muss man offenbar ebenso wie bei den Fällen von Uebersichtigkeit, in erster Linie an Störungen von Seiten der Accommodation denken. Wenn dieselbe nicht völlig entspannt ist, muss die Schattenprobe ein Zuviel an Kurzsichtigkeit anzeigen. Indessen spielt dieser Fehler offenbar bei Kurzsichtigkeit eine geringere Rolle als bei Uebersichtigkeit.

Bei der letzteren nämlich wurde der Einstellungspunkt des Untersuchten (zuzüglich seiner Sammellinse) vorwiegend zu nahe gefunden; bei den Fällen von Kurzsichtigkeit dagegen überwiegt sowohl in der Durchschnittsgrösse als auch in dem Höchstmaasse der Fehler eine zu weit abgerückte Lage des Fernpunktes. Ich will nun durchaus nicht behaupten, dass dieser Befund einer feststehenden Regel entspricht, dass er z. B. auch zum Vorschein kommen müsse, wenn die Schattenprobe von völlig Eingeübten gehandhabt wird. Indessen giebt dieser Befund doch Veranlassung darauf hinzuweisen, dass bei den Bestimmungen von Kurzsichtigkeit mittelst Schattenprobe eine Fehlerquelle mitspielt, die bei der Messung von Uebersichtigkeit nicht vorhanden war. Es zeigte sich nämlich sehr deutlich, dass grosse Fehler gemacht wurden, wenn die Kurzsichtigkeit eine bedeutende, mit anderen Worten, wenn das untersuchte Auge für einen sehr nahen Punkt eingestellt war. Dass unter diesen Umständen die Bestimmungen mittelst Schattenprobe ungenau ausfallen müssen, hat einen doppelten Grund. Den einen haben wir bereits eingangs erwähnt: es ist die Thatsache, dass ein Messungsfehler von 1 cm in Dioptrien ausgedrückt sogut wie gar nichts ausmacht, wenn es sich um eine Fernpunktslage von 35 cm oder mehr handelt, dass der gleiche Messungsfehler aber bereits eine ganze Dioptrie Unterschied macht, wenn der Fernpunkt des Untersuchten in 10 cm liegt. Der andere Grund ist die Thatsache, dass man sich unwillkürlich auf einen weit hinter dem Sehloche des Untersuchten gelegenen Ort dioptrisch einstellt, wenn man zu starker Annäherung an den Kranken gezwungen ist. Das Sehloch des Untersuchten bildet sich dann nicht mehr scharf auf der Netzhaut des Arztes ab und das Ineinandergreifen der Zerstreuungskreise, in denen jetzt nicht nur das *Beleuchtungsfeld*, sondern auch die Regenbogenhaut des Untersuchten gesehen wird, macht die Sache doppelt schwierig.

Die Fehlerquelle aus zu naher Lage des Einstellungspunktes muss sich nun leicht durch Versetzen von Hohlgläsern vor das untersuchte Auge ausschalten lassen. Wirklich fiel auch z. B. in dem Falle 12 der Fehler sofort bedeutend kleiner aus, nachdem ich den Fernpunkt durch passende Hohlgläser etwas abgerückt hatte. Allerdings geht dies nur bei atropinisirten oder wenigstens homatropinisirten Augen (s. S. 41). Uebrigens zeigt sich gerade bei dem Falle 12, dass selbst ohne Homatropin die Schattenprobe immer noch genauer war als die Untersuchung im aufrechten Bilde. Denn bei der letzteren wurde der Hintergrund des rechten Auges erst mit Hülfe eines Glases von 19,0 D. scharf gesehen, was einem Fehler von 6,0 D. entsprechen würde.

Betrachten wir endlich die Ergebnisse der Schattenprobe bei der Untersuchung von Astigmatikern (Liste 3). Bereits von verschiedenen Schriftstellern ist die Bemerkung gemacht worden, dass gerade bei Astigmatikern die Schattenprobe sich am glänzendsten bewährt. Ich kann dem nur beipflichten. Besonders wenn man eine runde und kleine Lichtquelle (siehe S. 34) benutzt, kann man oft auf den ersten Blick einen Sachverhalt erkennen, der früher nur mit umständlichen Untersuchungen festzustellen war. Bekanntlich setzt sich der dioptrische Astigmatismus eines Auges zusammen aus seinem Hornhaut- und seinem Linsenastigmatismus. Es ist fast unnöthig auszusprechen, dass die Schattenprobe uns weder über den Hornhautastigmatismus noch über den Linsenastigmatismus, sondern lediglich über den dioptrischen Gesammtastigmatismus Angaben machen kann. Aber gerade den will ja der Augenarzt wissen, um danach die subjektive Prüfung, die Leseprobe mit Cylindergläsern einrichten zu können. Denn dass auch die best gelungene objektive Messung eines Astigmatismus die subjektive Nachprüfung nicht überflüssig macht, versteht sich von selbst. Man braucht ja nur an den einen Umstand zu denken, dass

Astigmatismus. Liste III.

Nummer	Name des Kranken und des Auges		Schattenprobe: im senkrechten Längenkreis	Schattenprobe: im wagrechten Längenkreis	Schattenprobe: As.	Schattenprobe: Fehler der Schattenprobe	Leseprobe: As.	Leseprobe	Augenspiegeluntersuchung und sonstige Bemerkungen
1.	Maag	r.	0	+ 1,0	1,0	+ 0,25	0,75	Cyl. + 0,75 : ‖	
2.	Schaub	r.	— 2,5 u. As.				0,75	— 2,0 ⊃ Cyl. — 0,75 : ‖	Bei Schattenprobe fiel das Vorhandensein von As. auf; nicht gemessen. Bei Augenspiegeluntersuch. fiel nichts von As. auf.
		l.	— 2,5 u. As.				0,75	— 2,0 ⊃ Cyl. — 0,75 : ‖	
3.	Stähli	r.	— 3,0	0	3	+ 1,5	1,5	— 2,0 ⊃ Cyl. — 1,5	binoc.
		l.	— 5,0	0	5	+ 3,75	1,25	— 1,75 ⊃ Cyl. — 1,25	— 1,75 ⊃ Cyl. — 1,0 : =
4.	Hettlinger	r.	— 3,0 u. As.				1,0	— 6,0 ⊃ Cyl. — 1,0 : ‖	Bei Schattenprobe auf As. aufmerksam geworden; nicht gemessen.
5.	Peter	r.	+ 0,5	+ 5,0	4,5	+ 0,5	4,0	trägt Cyl. + 4,0 : ‖	
6.	Fahrner	r.	— 2,5	— 4,0	1,5	— 0,5	2,0	— 3,0 ⊃ Cyl. — 2,0 : ‖	Bei Schattenprobe fällt Schrägverschiebung auf. Die Achse des gewählten Cyl. weicht r. um 10°, l. um 5° von ‖ ab.
		l.	— 3,0	— 4,0	1,0	— 0,5	1,5	— 2,5 ⊃ Cyl. — 1,5 : ‖	
7.	Kesselring	r.	— 3,0	+ 2,0	5,0	+ 2,0	3,0	Cyl. — 3,0 : =	Vor Homatropin ergab Leseprobe nur Cyl. — 1,5, nach Homatropin Cyl. — 3,0.

8.	Appenzeller	l.	— 5,0	— 4,5	0,5	— 3,5	4,0	Cyl. — 4,0 : =	Hornhauttrübungen von parenchym. Keratitis.
9.	Kuhn	r.	— 2,5	+ 3,0	5,5	+ 2,5	3,0	Cyl. — 2,0 : = ⊂ Cyl. + 1,0 : ‖	r. im aufrechten Bilde mit — 3,0 Pap. längseirund, im umgekehrten quereirund.
		l.	— 2,0 schräg v. unten innen nach oben aussen	+ 2,0 senkrecht darauf	4,0	+ 0,25	3,75	Cyl. + 1,25 : ⊂ Cyl. — 2,5 : //	l. bei Schattenprobe deutliche Schrägverschiebung. Homatropin.
10.	Schaupp	r.	— 1,75	— 2,5	0,75	0	0,75	— 1,5 ⊂ Cyl. — 0,75 : ‖	Schattenprobe vor, Leseprobe nach Homatropin. Im aufrechten Bilde Pap. rund, im umgekehrten längseirund.
		l.	— 2,0	— 2,0	0		0	— 2,0	
11.	Zink	l.	— 4,0	— 5,0	1,0	+ 0,25	0,75	— 3,5 ⊂ Cyl. — 0.75 : ‖	Runde Lichtquelle erzeugt bei Schattenprobe deutlich Streifen.
12.	Thomann	r.	+ 1,0	+ 3,0	2,0	+ 0,75	1,25	+ 1,75 ⊂ Cyl. + 1,25 : ‖	r. Pap. im aufrechten Bilde längs-, im umgekehrten quereirund.
		l.	— 4,0	+ 3,0	7,0	+ 1,5	5.5	Cyl. — 3,0 : = : Cyl. + 2,5 : ‖ Abweich. der Achsen 15°	l. Schattenprobe: Schrägverschiebung. Pap. im aufrecht. Bilde nicht zu sehen; im umgekehrten schrägeirund.
13.	Salter	r.	+ 3,0	+ 5,0	2,0	0	2,0	+ 4,0 ⊂ Cyl. + 2,0 : ‖	Homatropin.
		l.	+ 1,0	+ 4,0 bis + 4,5	3 bis 3,5	0 bis + 0,5	3,0	+ 1,0 ⊂ Cyl. + 3,0 : ‖	
14.	Duhs	l.	+ 0,5 bis 1,0		0	— 1,0	1,0	Cyl. — 1,0 : = Abweich. der Achse 10°	Weder mit Keratoskop, noch mit Augenspiegel, noch mit Schattenprobe ist As. nachzuweisen. Dreimalige Untersuchung stets das nämliche Ergebniss.

mittelst Leseprobe der Brechzustand einer ganz bestimmten und zwar winzig kleinen Stelle, durch die Schattenprobe dagegen der Brechzustand einer anderen und zwar unbedingt vielmal grösseren Stelle gemessen wird.

Was die Ergebnisse der Messung von Astigmatikern betrifft, so ist vor allem folgende Erwägung anzustellen. Ueber die Thatsache, dass Astigmatismus vorhanden ist, dass ein erster und ein zweiter Fernpunkt getrennt liegen, wird uns die Schattenprobe mit aller nur irgend wünschenswerthen Genauigkeit Aufschluss geben. Denn wenn ich mich einem gesunden Auge zuerst unter senkrechten, dann unter wagerechten Spiegeldrehungen nähere, so werden in beiden Fällen die oben erwähnten Fehlerquellen (Accommodation, Verschiedenheit des Brechzustandes zwischen Grübchen und anderen Stellen des Hintergrundes) die nämliche Verlegung des Einstellungspunktes hervorbringen. Es ist also gar kein Grund vorhanden, dass nicht bei senkrechten und bei wagerechten Spiegeldrehungen derselbe Einstellungspunkt gefunden werden sollte, wenn der dioptrische Apparat meridian-symmetrisch gebaut ist. Thatsächlich findet man nun in sehr vielen Fällen gesunder Augen einen etwas weiter abgelegenen Fernpunkt bei wagerechten Spiegeldrehungen, eine etwas nähere Lage des Fernpunktes bei senkrechten Spiegeldrehungen. Ich trage keine Bedenken, diese Thatsache auf den „physiologischen Astigmatismus“ zu beziehen, da ich öfters durch die Schattenprobe auf einen Astigmatismus aufmerksam geworden bin, der sich bei der Leseprobe als 0,75 D. gross erwies. Es geht daraus deutlich hervor, dass ein Astigmatismus, der den sogenannten physiologischen kaum überschreitet, mit der Schattenprobe noch erkannt werden kann. Die Fälle Maag und Schaub (Nr. 1 und 2) sind Beispiele hierfür.

Etwas ganz anderes ist es um die Frage, ob und wie weit wir uns auf die Schattenprobe verlassen können bezüglich der

Lage der beiden Fernpunkte, m. a. W. bezüglich der Art und des Grades des Astigmatismus. Wenn wir den ersten Fernpunkt bestimmen, so machen wir (von den wiederholt erwähnten Fehlern, Accommodation u. s. w. abgesehen) im Allgemeinen einen „Beobachtungsfehler" im engeren Sinne des Wortes; wir finden den ersten Fernpunkt etwas näher oder etwas ferner als er in Wirklichkeit liegt. Wenn wir nunmehr den zweiten Fernpunkt bestimmen, sind wir den gleichen Fehlern ausgesetzt, ausserdem aber noch der Möglichkeit, dass inzwischen mit der Accommodation eine Veränderung vor sich gegangen ist. Sind zufällig beide Fernpunkte etwa um den gleichen Betrag zu nah, oder zu fern bestimmt worden, so ist der Grad des As. richtig und nur die Art falsch; es ist z. B. statt eines wirklich vorhandenen „zusammengesetzten kurzsichtigen" Astigmatismus von 2,0 D. ein „einfach kurzsichtiger" Astigmatismus von 2,0 D. durch die Schattenprobe angegeben worden. Wenn der erste Fernpunkt zu nahe, der zweite zu fern gefunden wird, so kommt ein zu grosser Astigmatismus und endlich, wenn der erste Fernpunkt zu fern, der zweite zu nahe gefunden wird, ein zu kleiner Astigmatismus zum Vorschein. Diese Betrachtung zeigt, dass bei Astigmatismusbestimmungen noch weit mehr Fehler zu gewärtigen sind, als bei der Messung meridian-symmetrischer Augen. Selbst wenn diese Erwartung sich bestätigen sollte, kann uns das an der Schattenprobe nicht irre machen, solange wir kein anderes Verfahren besitzen, das besseres leistet.

Sehen wir uns daraufhin die Liste 3 an. In derselben sind 18 Augen verzeichnet, bei denen die Lage der beiden Fernpunkte durch Schattenprobe gemessen wurde, und bei denen also ein Vergleich mit den Ergebnissen der Leseprobe möglich ist. Bei elfen von diesen 18 Fällen bewegt sich der Fehler der Schattenprobe zwischen 0 und 1,0 D., ist also so klein, dass wir hier die Schattenprobe als glänzend bewährt

bezeichnen dürfen. Dann kommen zwei Fälle mit Fehlern von 1,5 D., Stähli rechts und Thomann links. In dem ersteren der beiden hatte die Schattenprobe beide Fernpunkte zu fern angegeben, und zwar in ungleichem Maasse; bei dem ersten Fernpunkte war der Fehler 0,5, bei dem zweiten 2,0, in Dioptrien ausgedrückt. Die Messung ist folglich noch ungenauer als der in Spalte 4 verzeichnete Fehler von 1,5 erkennen lässt. Dagegen ist die Stellung der Hauptlängenkreise (senkrecht und wagrecht), die stärkere Brechung im senkrechten Hauptlängenkreise und endlich die Thatsache der Kurzsichtigkeit der letzteren ganz richtig zum Vorscheine gekommen. Wenn man berücksichtigt, dass diese drei Thatsachen für die subjektive Untersuchung eine ganz vorzügliche Wegleitung waren und dass sie in wenigen Minuten ermittelt werden können, so wird man nicht umhin können, die Schattenprobe auch für diesen Fall als „werthvoll" anzuerkennen.

Hinsichtlich der übrigen fünf Fälle will ich mir eine abgekürzte Besprechung erlauben.

Thomann, links. Erster Fernpunkt um 1,0 Dioptrie zu nahe, der zweite um 0,5 D. zu fern gefunden; also der Fehler trotz seiner Grösse von 1,5 D. an und für sich gering. Die Abweichung der Hauptlängenkreise von der senkrechten bezw. wagerechten Lage war nicht aufgefallen.

Kesselring, rechts. Die Lage des ersten Fernpunktes ist richtig, die des zweiten um 2,0 D. zu weit abgerückt. Nach Beendigung der Leseprobe und Homatropinisirung wurde die Schattenprobe noch einmal vorgenommen und jetzt ergab sie das nämliche Ergebniss wie die Leseprobe. Natürlich ist diese „Weissagung nach dem Ereigniss" nichts werth und also der Fall als ein weniger gelungener zu betrachten.

Kuhn, rechts. Erster Fernpunkt um 0,5 D. zu nahe, der zweite um 2,0 D. zu fern gefunden. Die beiden Fehler zählen sich also zusammen. Trotz des Gesammtfehlers von 2,5 D. ist

die Bestimmung brauchbar, der „gemischte Astigmatismus' und die Stellung der Achsen sind richtig zu Tage getreten, der Fehler betrifft nur die Grössenverhältnisse.

Appenzeller, mit Fehler von 3,5 D. kann füglich ausser Betracht bleiben, da die Hornhauttrübungen die ganze Bestimmung von vorneherein sehr unsicher machten.

Stähli, links mit einem Fehler von 3,75, ist als der wenigst gelungene zu bezeichnen. Es wurde nämlich hier der erste Fernpunkt um 2,0 D. zu nahe, der zweite um 1,75 zu fern gefunden. Von den Angaben der Schattenprobe bleibt also nur das richtig, dass As. vorhanden, dass die Hauptlängenkreise senkrecht und wagrecht stehen und dass der senkrechte am kurzsichtigsten war. Wenn man sich vergegenwärtigt, was für ein mühsames und zeitraubendes Geschäft es oft ist, einem Kranken die passenden Cylindergläser auszusuchen, so wird man mir zugeben, dass selbst die eben erwähnten drei Angaben von Seiten einer objektiven Untersuchung eine sehr willkommene Abkürzung der Gläserprobe bedeuten.

Endlich sei kurz des Falles Duhs gedacht. Bei ihm konnte auf keinem objektiven Wege trotz wiederholter Untersuchung durch verschiedene Beobachter Astigmatismus nachgewiesen werden, und doch ergab die Prüfung mit Cylindergläsern durch Cyl. — 1,0 D. eine Steigerung der Sehschärfe von weniger als $^4/_6$ auf $^4/_4$ voll; gewiss ein Beweis dafür, dass der Brechzustand eines Auges bezüglich des Centralgrübchens von demjenigen des übrigen Augenhintergrundes sehr merklich abweichen kann.

D. Schluss.

Die vorstehende Darstellung hat gezeigt, dass man mittelst der Schattenprobe den Brechzustand eines Auges objektiv bestimmen kann. Die Genauigkeit der Schattenprobe steht mit der Refraktionsbestimmung im aufrechten Bilde auf gleicher Stufe; ja bei hochgradigen Ametropien giebt die Schattenprobe sogar die genaueren Ergebnisse. Ist also schon in Bezug auf einfache Kurz- und Uebersichtigkeit die Schattenprobe eine wirkliche Bereicherung unserer Untersuchungsarten, so ist dies in noch weit höherem Maasse bei Astigmatismus der Fall. In der That ist ja bis jetzt überhaupt noch keine Untersuchungsart im Gebrauche, welche es möglich macht, den dioptrischen Gesammtastigmatismus eines Auges auf objektivem Wege zu messen[1]). Die verschiedenen Keratoskope und das in neuerer Zeit so ausserordentlich vervollkommnete Ophthalmometer erlauben es allerdings, den Hornhautastigmatismus mit einer erstaunlichen Genauigkeit zu messen. Aber was ist damit

[1]) Messung des Gesammtastigmatismus im aufrechten Bilde durch ausgleichende Cylindergläser ist natürlich möglich, aber meines Wissens wenig im Gebrauch. Es stellt dies Verfahren eben an den Beobachter und sein Handwerkszeug noch grössere Ansprüche als die gewöhnliche Refraktionsbestimmung im aufrechten Bilde. Auch das Schmidt-Rimpler'sche Verfahren, den As. im umgekehrten Bilde zu messen, ist viel zu schwierig, um Allgemeingut zu werden.

gewonnen? Wenig genug! Denn der Hornhautastigmatismus ist vielleicht durch einen Linsenastigmatismus ausgeglichen; in diesem Falle würde trotz des Hornhautastigmatismus ein Gesammtastigmatismus gar nicht vorhanden sein; oder aber der Linsenastigmatismus gleicht den Hornhautastigmatismus nur zum Theil aus, überkompensirt ihn auch wohl einmal; in diesen Fällen würde der gefundene Hornhautastigmatismus wenigstens nicht den Grad des Gesammtastigmatismus richtig angeben. Eben so wenig wäre dies der Fall, wenn der Linsenastigmatismus nicht wie gewöhnlich dem Hornhautastigmatismus entgegengesetzt, sondern ausnahmsweise einmal gleichgerichtet ist, sich vom letzteren also nicht abzieht, sondern sich ihm zuzählt.

Etwas Anderes wäre es, wenn man auch den Linsenastigmatismus mit Hülfe des Ophthalmometers messen könnte. Das ist aber bis jetzt wenigstens auch den geschicktesten Händen noch nicht gelungen. Uebrigens selbst wenn man dieses Ziel eines Tages erreichen sollte, so würde die Ophthalmometrie mit ihrem so ungemein verwickelten und kostspieligen Handwerkszeuge doch noch nicht das leisten, was wir bei der Schattenprobe mit Hülfe eines Planspiegels und einiger Sammelgläser zu Stande bringen. Denn der ophthalmometrisch bestimmte Gesammtastigmatismus lässt uns noch völlig im Unklaren darüber, ob wir einen kurzsichtigen, einen übersichtigen oder einen gemischten Astigmatismus vor uns haben; welcher dieser drei Fälle vorliegt, muss nun erst wieder durch ein besonderes Untersuchungsverfahren, etwa durch die Untersuchung im aufrechten Bilde festgestellt werden. Ganz anders bei der Schattenprobe! Sie gestattet uns erstens, den Gesammtastigmatismus zu bestimmen; sie verräth uns zweitens die bestimmte Lage der beiden Fernpunkte, nicht bloss ihren Abstand von einander, und beantwortet damit die Frage nach der Art des Astigmatismus ohne weitere Untersuchung; endlich drittens macht uns die Schattenprobe darauf aufmerksam, falls einmal der senkrechte

Längenkreis nicht der stärkst brechende oder überhaupt nicht Hauptlängenkreis ist. Denn wenn die Hauptlängenkreise schräg stehen, so findet bei Spiegeldrehungen in senkrechter und in wagerechter Richtung Schrägverschiebung statt. Ja, wenn man eine kleine runde Lichtquelle benutzt und sein eigenes Sehloch in den ersten Fernpunkt des astigmatischen Auges bringt, so sieht man einen Lichtstreif, dessen geradlinige Grenze ohne weiteres die Lage des Längenkreises stärkster Krümmung sichtbar macht.

Es mag ferner erwähnt werden, dass die Schattenprobe etwas geleistet hat, was man der Ophthalmometrie wohl nie zumuthen würde: die Bestimmung des Astigmatismus in den seitlichen Theilen des Augapfels! Parent hat nämlich mittelst Schattenprobe nachgewiesen, dass der Astigmatismus des gesunden Auges in der Mitte am geringsten ist und in den seitlichen Theilen des Hintergrundes merklich zunimmt.

Wir dürfen aber neben den Vorzügen der Schattenprobe auch ihre Nachtheile nicht verschweigen. Der wesentlichste Nachtheil dürfte in dem Umstande zu sehen sein, dass bei „Refraktionsbestimmung im aufrechten Bilde“ gleichzeitig der Augenhintergrund oder wenigstens ein Stück desselben gesehen und der Arzt daher auf etwaige Veränderungen desselben aufmerksam wird. Bei Ausübung der Schattenprobe dagegen sehen wir vom Hintergrunde nichts. Wollte man also die Schattenprobe einfach an die Stelle der Refraktionsbestimmung im aufrechten Bilde setzen, so würden wir in der That neben dem Gewinn auch einen Verlust zu verzeichnen haben. Es ist selbstverständlich, dass davon nicht die Rede sein darf. Der Augenarzt, welcher das Wissen und Können seines Faches beherrschen will, muss beider Methoden Meister sein; und falls er sich angewöhnt hat, zum ersten Einblicke in die Sachlage sich der Schattenprobe zu bedienen, so wird er selbstverständlich die Untersuchung des Kranken nicht für beendet ansehen, ehe er

sich über die Beschaffenheit des Augenhintergrundes durch Augenspiegeln unterrichtet hat. Die Schattenprobe soll das bisherige Untersuchungsverfahren nicht ersetzen, sondern ergänzen und nur von denjenigen Aerzten zur Refraktionsbestimmung allein benutzt werden, die des Augenspiegelns nicht mächtig sind.

Mit der Messung des Brechzustandes durch Schattenprobe ist unsere Aufgabe, aber keineswegs die Leistungsfähigkeit der Schattenprobe erschöpft, wie z. B. der folgende Fall zeigt. Ein Kranker kommt mit Klagen, die in einem gereizten Zustande der Bindehaut, vielleicht aber auch in einem fehlerhaften Brechzustande der Augen ihren Grund haben. Es wird die Schattenprobe vorgenommen. Dieselbe zeigt unregelmässige Erscheinungen, Lichter und Schatten, Verschiebungen eines hellen Feldes im Sinne der Spiegeldrehung, und gleichzeitig Verschiebung von Schatten im entgegengesetzten Sinne. Hieraus wurde der Schluss gezogen, dass die Hornhaut in irgend einer Weise krankhaft verändert sein müsse. Genaue Untersuchung mit Hülfe von seitlicher Beleuchtung u. Hartnack'scher Kugel-Lupe zeigte jetzt einen Hornhautflecken und einige Hornhautnebel, die ohne die Schattenprobe zunächst wenigstens übersehen worden wären. Allgemein gesagt, wenn an der Hornhaut irgend eine Unregelmässigkeit vorhanden ist, so muss dies die Licht- und Schattenerscheinungen beeinflussen, erschweren, in manchen Fällen sogar unmöglich machen, andererseits aber auch den Arzt darauf aufmerksam machen, dass an der Hornhaut etwas nicht in Ordnung ist. Wenn also die Brauchbarkeit der Schattenprobe zur Bestimmung des Brechzustandes durch Trübungen im dioptrischen Apparate vermindert wird, so kann dafür die Schattenprobe zum Erkennen eben jener krankhaften Veränderungen verwandt werden.

Beobachtungen solcher Veränderungen an der Hornhaut sind es gewesen, welche Cuignet zu der Entdeckung der

Schattenprobe geführt haben. Wenn man Cuignet's zahlreiche Abhandlungen über diesen Gegenstand liest, so wird man nur wenig von dem finden, was wir heutzutage für die Hauptleistung der Schattenprobe halten, nämlich von der Messung des Brechzustandes. In allen seinen Aufsätzen sucht Cuignet darzulegen, dass man in der Schattenprobe — oder, wie er sich ausdrückt, in der Keratoskopie — ein vorzügliches Mittel habe, alle erdenklichen Eigenschaften der Hornhaut zu erkennen, nämlich Trübungen, Facetten, „saillies locales", Decentrirung, Verminderung der Ausdehnung, Ektasie und endlich auch Abweichungen der Krümmungshalbmesser von gesunden Maassen. Diese Abweichungen hielt Cuignet unbegreiflicherweise für gleichbedeutend mit Brechfehlern des Auges, indem er ganz ausser Acht liess, dass die Krümmungsfehler der Hornhaut für Kurz- und Uebersichtigkeit so gut wie keine Bedeutung haben und für den Astigmatismus eben doch nur als ein Umstand von mindestens zweien in Betracht kommen. Wer die Cuignet'schen Schriften liest, wird dabei eine Fülle von thatsächlichen Angaben und Beschreibungen über Licht- und Schattenerscheinungen finden, die in meiner Darstellung der Schattenprobe, als eines Mittels zur Bestimmung des Brechzustandes, gar nicht erwähnt worden sind. Auch im theoretischen Theile habe ich von diesen Dingen nicht gesprochen, da eine Erklärung der verwickelten Einzelbeobachtungen einstweilen nicht möglich ist und man sich nicht versucht fühlen wird, an diese schwierige Aufgabe heranzutreten, so lange ein Nutzen irgendwelcher Art auch nicht einmal in Aussicht steht.

Der Umstand, dass Cuignet glaubte, seine Keratoskopie, die heutige Schattenprobe, drehe sich nur um Erscheinungen an der Hornhaut, dass er vollkommen verkannt hat, um was es sich eigentlich handelt, ist ohne Zweifel mit daran Schuld, dass die Schattenprobe sich so langsam Bahn gebrochen hat.

Die Gerechtigkeit verlangt daher der Männer zu gedenken, die das Cuignet'sche Untersuchungsverfahren richtig deuteten und damit erst zur Verbreitung in der augenärztlichen Welt geeignet machten. In erster Linie ist Landolt zu nennen. Zu ihm kam Mengin, ein Schüler Cuignet's, und rühmte das neue Verfahren zur Bestimmung der Brechzustände. Landolt erkannte sofort, dass die von Mengin gegebene Erklärung des Cuignet'schen Verfahrens falsch sei. Er gab eine richtige Erklärung des wesentlichsten Punktes, indem er zeigte, dass es sich nicht um Erscheinungen an der Hornhaut, sondern um Lichtstrahlen handele, die vom Augenhintergrunde des Untersuchten durch das Sehloch nach aussen gelangen; dass die Lichtstrahlen ein übersichtiges Auge auseinanderfahrend verlassen und dem Beobachter daher ein aufrechtes Bild verschaffen, dass dagegen die Lichtstrahlen ein kurzsichtiges Auge zusammenlaufend verlassen und dem Beobachter ein verkehrtes Bild erzeugen. Diese Landolt'sche Erklärung wurde von Mengin, mit Nennung von Landolt's Namen (1878) veröffentlicht.

Ganz wesentlich klärend wirkte eine Abhandlung Parent's (1880). In derselben wird in ausgezeichnet klarer Darstellung entwickelt, dass die Licht- und Schattenerscheinungen von der Fernpunktslage des Untersuchten und dem Abstande des Beobachters abhängen, dass die Bewegungsrichtung der Licht- und Schattenerscheinungen bei Verwendung eines Planspiegels gerade umgekehrt sein müssen wie bei Verwendung des Hohlspiegels, dass bei starker Ametropie der Gegensatz zwischen dem hellen und dunkelen Theile des untersuchten Sehloches ein lebhafterer ist als bei geringer Ametropie und anderes mehr, kurz, alles wesentliche von dem, was vorstehend zur Darstellung gekommen ist.

Drittens will ich der Arbeiten Leroy's (1887) gedenken, der mit Hülfe von mathematischen Betrachtungen die vorhandene Theorie der Schattenprobe erweiterte und vertiefte. End-

lich seien die Arbeiten Monoyer's erwähnt, in denen wie mir scheint zuerst recht ausdrücklich eine Trennung der physikalischen und der physiologischen bezw. psychologischen Vorgänge bei der Schattenprobe hervorgehoben worden ist.

Die Cuignet'sche Entdeckung hat, wie andere Entdeckungen auch, ihre Vorläufer gehabt. So zog Parent die fast schon vergessene Thatsache ans Licht, dass Bowmann bereits im Jahre 1859 den Pupillenschatten zum Erkennen von Astigmatismus und von Hornhautkegel benützt hat. Indessen waren die Beobachtungen Bowmann's trotz ihrer Veröffentlichung unbeachtet geblieben, während Cuignet das Glück gehabt hat, Schule zu machen. Freilich eine Schule, die dem Lehrer sehr bald über den Kopf wuchs, wie der Streit um den Namen des Cuignet'schen Verfahrens und der Ausgang dieses Streites deutlich erkennen lässt. Denn dieser Streit ist jetzt dahin entschieden, dass aus der Cuignet'schen Keratoskopie sich die Schattenprobe entwickelt hat.

Fachschriften.

1. Baker, Retinoskopy.
   a) Americ. Journ. of Ophth. St. Louis 1884—85 und
   b) Transact. of the internat. m. Congress. Washington 1887. III. 774—780,
   c) Americ. Journ. of Ophth. IV. 1887. S. 181.
2. Bowmann, Contrib. of the general history of conical cornea. Ophth. hosp. Reports, London 1859—60. S. 157.
3. Burkhardt, Centralbl. für prakt. Augenheilk. Dez. 1886.
4. Burnett, Skiaskopy or the shadow-test for the determination of the refract. of the eye. Med. News. Philad. 1888.
5. Donders, Anom. der Refract. u. Accommod. 2. Abdruck 1888, S. 413.
6. Charnley, On the theory of the so called Keratoskopie. Ophth. hosp. Reports. London 1882. p. 344.
7. Chauvel, Précis théor. et prat. de l'examen de l'oeil. Paris 1883. p. 287. De la constatation objective de l'astigmatisme par les images cornéennes au conseil de revision. Arch. de méd. et de ph. mil. 1886. VIII. p. 357—362. A propos de la skiaskopie (ancienne kératoskopie). Recueil d'ophtalm. 1888. p. 449.
8. Chibret, Détermination quantitative de la myopie par la kératoskopie. Annales d'oculistique. Bruxelles 1882. p. 238. Skiaskopie. Arch. d'ophtalm. 1886. p. 146—154.
9. Chodin, On retinaskopii. Vestnik ophthalm. Kiew 1888. p. 309.
10. Chouet, De la skiaskopie (ancienne kératoskopie) théorie et application. Rec. d'ophtalm. 1888. p. 216 u. 344.
11. Cross, Retinoskopy. Tr. of the internat. m. congress. Washington 1887. III. p. 770—774.
12. Cuignet, Kératoskopie. Rec. d'ophtalm. 1873. p. 14. 1874. p. 239. 1874. p. 316. 1877. p. 59. 1879. p. 73. 1880. p. 321. 1880. p. 520. 1886. p. 705. 1887. p. 11. Images kératoskopiques. Bulletin et memoire de la société franç. d'ophtal. 1887. p. 25.
13. Forbes, On keratoskopy. Ophth. Hosp. Rep. 1882. p. 62.

14. Galezowski, Traité iconographique d'ophtalmosc. Paris 1885.
15. Grandclément, De la kératoskopie où skiaskopie. Lyon. medical 1887. T. 55. p. 385. Encore en mot sur la kératoskopie. Lyon. médical 1888. T. 57. p. 160.
16. Haynes, A new instrument for facilitating retinoskopy. Ophth. Review. London 1886. V, p. 282.
17. Hasbrouck, Retinoskopy. J. Ophth. Otol. et Laryngol. N.-Y. 1882. p. 122.
18. Helmholtz, Phys. Optik (Franz. Ausgabe p. 232). (?)
19. Jackson, a) The measurement of refraction by the shadow test, or retinoskopy. Am. J. of med. Sc. Phil. 1885. p. 404.
b) The best form and practical value of the shadow test. J. Am. Med. Ass. Chicago. 1886. VII. p. 262.
c) Retinal Illumination for the shadow-test. Ophthalmic Review 1890.
20. Juler, The application of retinoskopy to the diagnosis and Treatment of the errors of refraction. Brit. med. Journ. London 1882. II. p. 327.
21. Königstein, Ueber Skiaskopie. Wiener med. Presse 1891. Nr. 15 bis 18.
22. Lagrange, Leçons sur les anomalies de la réfraction et de l'accommodation. Paris 1890.
23. Langier, Nouveau système pour reconnaitre certaines déformations de la cornée. Union medicale 1889. p. 110.
24. Leahy, On kératoskopy etc. Indian Med. Gaz. Calcutta 1884. p. 184.
25. Leroy, 1. De la kératoskopie. Arch. d'opht. 1884. p. 140.
2. Le phénomène de l'ombre pupillaire. Rev. générale d'opht. 1887.
26. Loiseau, Application à l'examen des hommes de guerre du procédé de détermination de la réfraction dit „kératoskopie". Annales d'oculistique, Bruxelles 1882. p. 156.
27. Maczewski, Skiaskopija. Kron. lekarsk. Warschau 1887. p. 138.
28. Masselon, Examen fonctionnel de l'oeil. Paris 1890.
29. Mengin, De la kératoskopie. Réc. d'ophtal. 1878. p. 122.
30. Monoyer, Optométrie scotoscopique u. s. w. Revue générale d'ophtal. 1887. p. 529. 1888. p. 289. 1888. p. 337.
31. Morton, Refraction of the eye. London 1881.
32. Morton et Barrett, A clinical investigation of the merits of various methods of practising retinoskopy. British med. J. 1886. I. p. 105.
33. Neuschüler, Skiaskopia. Boll. d'ocul. Florenz 1887. S. 165.
34. Norrie, On Skiaskopie. Ugesk. f. Laeger, Kopenh. 1886. p. 545.
35. Overweg, Objektive Bestimmung der Refraktion des Auges durch die Skiaskopie. Deutsche militärärztl. Zeitschrift 1889. Nr. 4.
36. Parent, De la kératoskopie. Rec. d'opht. 1880. p. 65. 1880. p. 424. 1882. p. 216. Diagnostic et détermination de l'astigmatisme. Paris 1887.
37. Pflüger, Skiaskopie. Corr.-Bl. f. schweiz. Aerzte. 1885. p. 361.

38. Prowse, Retinoskopy. Bristol med. chir. J. 1883. p. 200.
39. Saad Sameh, Nouvelle étude clinique et théorique sur la Photoptoskopie. Paris 1890.
40. Schwarzbach, A new method of ophthalmoskopy. Australasian Med. Gaz. Sidney 1888/89. VIII. S. 236.
41. Snellen, Skiaskopie. Nederland. Tijdschr. voor Geneesk. Amsterdam 1889. p. 153.
42. Story, The estimation of refraction by retinoskopy before and after atropinisation. Ophth. Review. London 1883. II. 294.
43. Schweigger, Refract. bestimm. durch Beleuchtungsprobe. Arch. f. Augenheilk. 1889. S. 442.
44. Thompson, Retinoskopy in extreme degrees of ametropia. Amerikan Journ. of ophthalm. 1886. S. 338.
45. Wecker et Masselon, La kératoskopie clinique. Annales d'oculistique. Bruxelles 1883. p. 165.
46. Wecker et Landolt, Traité complet d'ophtalm. III. p. 265.
47. Zieminski, De la détermination de l'amétropie par la rétinoskiaskopie. Bulletins et mémoires de la Société Française d'ophtalmologie 1887. p. 29.

Verlag von J. F. BERGMANN in Wiesbaden.

Ueber

Microorganismen

im

Conjunctivalsack.

Von

A. Eugen Fick,
Privatdocent an der Universität Zürich.

Preis M. 2.—

Myothermische Untersuchungen

aus den

Physiologischen Laboratorien

zu

Zürich und Würzburg.

Gesammelt herausgegeben

von

A. Fick,
o. ö. Professor der Physiologie an der Universität Würzburg.

Preis M. 9.—

Verlag von J. F. BERGMANN in Wiesbaden.

Archiv für Augenheilkunde.

In deutscher und englischer Sprache

herausgegeben von

H. Knapp in New-York. und **C. Schweigger** in Berlin.

Für den Literaturbericht

C. Horstmann in Berlin.

Preis pro Band à 4 Hefte M. 16.—.

Inhalt des ersten Heftes des vierundzwanzigsten Bandes:

I. Originalabhandlungen: Die Grundelemente der Staarbildung in der senilen Linse. Von H. Magnus in Breslau. — Ueber den normalen und pathologischen Zustand der Zonula Zinnii. Von R. v. Garnier in Odessa. — Ein Apparat zur Prüfung der Sehschärfe. Von A. Carl in Frankfurt a. M. — Insufficienz der schrägen Augenmuskeln. Von G. C. Savage in Nashville, Tennessee. — Knochenbildung der Chorioidea. Von T. Hilliard Wood in Nashville, Tenn. — Ein Fall von Irisprolaps am 3. Tage nach einer Cataractextraction ohne Iridectomie Prolaps reponirt; Heilung. Von H. Harlan in Baltimore. — Wie sollen wir denn das Trachom behandeln? Von E. Jaesche in Dorpat. — Ein bemerkenswerther Fall von pseudo-trachomatöser Augenentzündung. Von R. Greeff in Berlin.

II. Systematischer Bericht über die Leistungen und Fortschritte der Augenheilkunde im ersten Quartal 1891. Von St. Bernheimer, C. Horstmann und P. Silex.

Compendium der normalen und der pathologischen Histologie des Auges. Von Dr. Adolf Alt. Mit Abbildungen. M. 10.60

Meine Erlebnisse. Von Ferdinand Arlt. Mit zwei Porträts. M. 4.20

Die nervösen Störungen sexuellen Ursprungs. Von Dr. L. Löwenfeld in München. M. 2.80

Die Lehre vom Glaucom. Von Prof. Dr. L. Mauthner in Wien. M. 8.40

Die syphilitischen Erkrankungen des Nervensystems. Von Prof. Dr. Th. Rumpf in Marburg. Mit Abbildungen. M. 15.—

Ueber die Entstehung der Kurzsichtigkeit. Von Prof. Dr. J. Stilling in Strassburg. Mit 71 Textfiguren und 17 Tafeln. M. 10.60

Schädelbau und Kurzsichtigkeit. Von Dr. J. Stilling, Professor an der Universität Strassburg. Mit 3 Tafeln. M. 4.60

Die hemianopischen Gesichtsfeldformen u. das optische Wahrnehmungscentrum. Von Dr. H. Wilbrand in Hamburg. Mit 24 Abbildungen und 22 Tafeln. M. 6.—

Die Seelenblindheit und die homonyme Hemianopsie, Alexie und Agraphie. Von Dr. H. Wilbrand in Hamburg. M. 4.60

Ophthalmologische Beiträge zur Diagnostik der Gehirnkrankheiten. Von Dr. H. Wilbrand in Hamburg. Mit Tafeln. M. 3.60

Verlag von J. F. BERGMANN in Wiesbaden.

Schrift-Proben
zur Bestimmung der Sehschärfe.

Von

Dr. A. Nieden.

Zweite Auflage.

Preis M. —.60. In englischem Einband Preis M. 1.20.

Gesichtsfeld-Schema
für gewöhnliche und für selbstregistrirende Perimeter.

Von

Dr. A. Nieden.

Zweite Auflage. 50 Blatt. In Umschlag. Preis M. 2.—

Schrifttafeln
zur
Bestimmung der Sehschärfe

von

Dr. A. Nieden.

Neue Folge.

Preis M. 1.40.

Ueber die Sehnervenwurzeln des Menschen.
Ursprung, Entwicklung und Verlauf ihrer Markfasern

von

Dr. St. Bernheimer,

Privat-Docent in Heidelberg.

Mit drei lithographirten Tafeln.

Preis M. 5.60.

Syphilis und Auge.

Von

Dr. Alexander,

dirig. Arzt der Augenheilanstalt für den Regierungsbezirk Aachen.

Preis M. 6.—

Uterus und Auge.

Von

Dr. Salo Cohn.

Preis M. 6.—

Verlag von J. F. BERGMANN in Wiesbaden.

Zur
Anatomie der gesunden und kranken Linse.

Unter Mitwirkung von Dr. *da Gama Pinto* und Dr. *H. Schäfer*,
Assistenten an der Universitäts-Augenklinik zu Heidelberg
herausgegeben von

Otto Becker,
weil. o. ö. Professor an der Universität Heidelberg.

Quart. 220 Seiten Text. Mit vierzehn Tafeln. — Geb. Preis M. 36.—.

Bericht
über den
VII. periodischen internationalen Ophthalmologen-Congress zu Heidelberg.

Von

Prof. Dr. O. Becker in Heidelberg und **Dr. Wilh. Hess** in Mainz.

Preis M. 12.—.

Atlas
der
Pathologischen Anatomie des Augapfels.

Herausgegeben von

Dr. H. Pagenstecher zu Wiesbaden und **Dr. Carl Genth** zu Langenschwalbach.

38 Tafeln in Kupferstich mit Text in deutscher und englischer Sprache.

Complet gebunden Preis M. 75.—.

Beiträge zur Anatomie des Auges.

Von

Dr. Emil Berger
in Paris.

Mit zwölf Tafeln.

Preis M. 12.—.

Die Lehre von den Augenmuskellähmungen.

Von

Prof. Dr. L. Mauthner
in Wien.

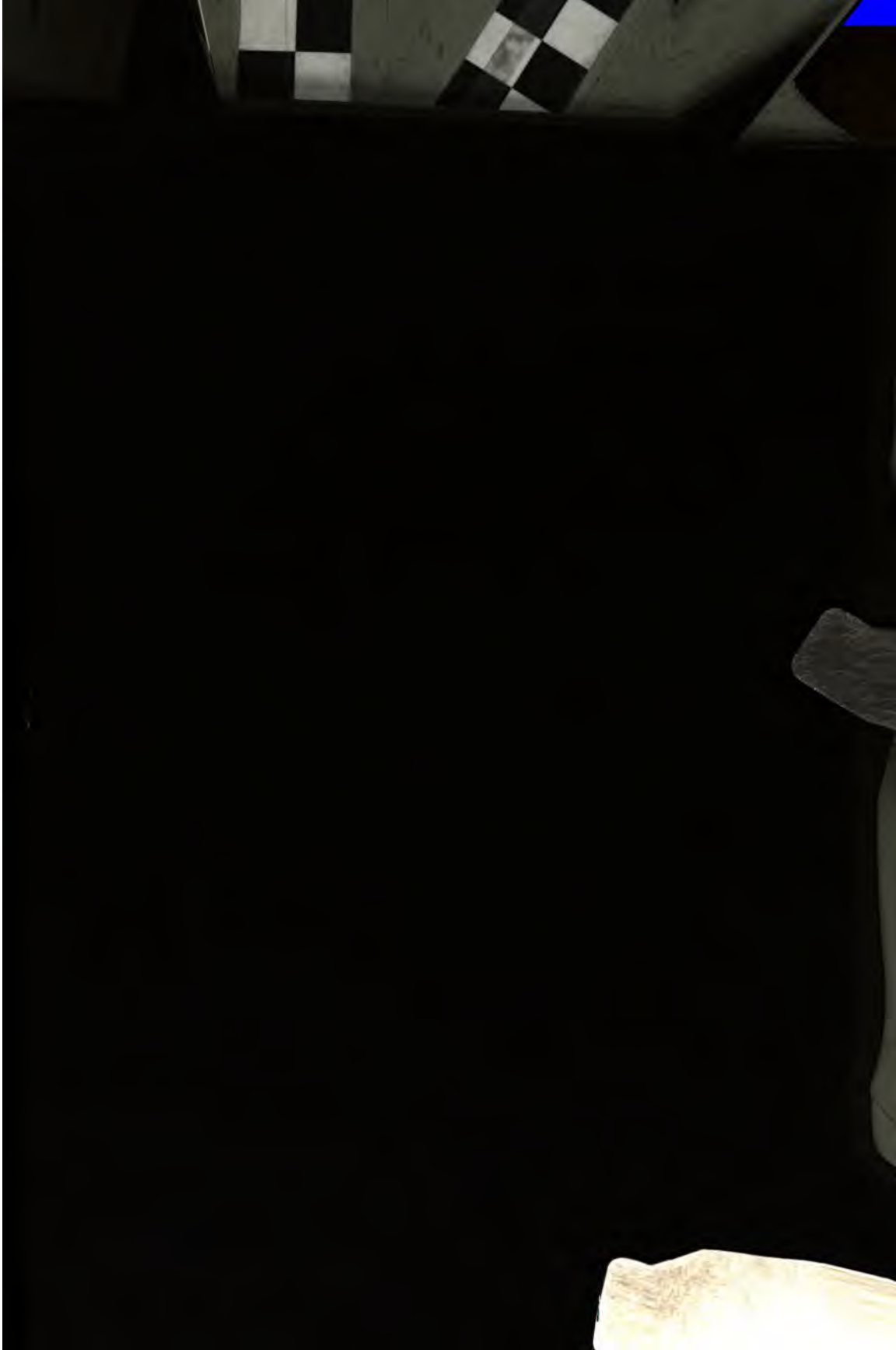
Mit Holzschnitten. — Preis M. 10.—.

Verlag von J. F. BERGMANN in Wiesbaden.

Sehproben
zur
Bestimmung der Sehschärfe.
Von
Dr. Guillery,
Stabsarzt in Köln.
Preis M. 2.80.

Lehrbuch der Augenheilkunde.
Von
Dr. Julius Michel,
Professor der Augenheilkunde an der Universität Würzburg.
Zweite vollständig umgearbeitete Auflage.
Mit zahlreichen Holzschnitten. — Preis M. 20.—

Ueber Sehnerven-Degeneration
und
Sehnerven-Kreuzung.
Von
Dr. Julius Michel,
Professor der Augenheilkunde an der Universität Würzburg.
Preis M. 12.—

Die Netzhautablösung.
Von
Dr. Erik Nordenson
aus Stockholm.
Mit einem Vorwort
von
Dr. **Th. Leber,**
o. ö. Professor an der Universität Heidelberg.
Preis M. 27.—

Jacques Daviel.
Ein Gedenkblatt.
Herausgegeben
von
Otto Becker.
Preis M. 3.—